



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111995** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
F02K 9/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2014 10644	(72) Винахідник(и): Коваленко Тіт Олександрович (UA), Коваленко Галина Миколаївна (UA), Сироткіна Наталія Петрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.09.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 11.07.2016	
(41) Публікація відомостей про заявку: 11.04.2016, Бюл.№ 7	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ І ДЕРЖАВНОГО КОСМІЧНОГО АГЕНТСТВА УКРАЇНИ, вул. Лешко-Попеля, 15, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.07.2016, Бюл.№ 13	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA a201306211, 10.01.2014 US 3128602 A, 14.04.1964 US 3182450 A, 11.05.1965 US 3465966 A, 09.09.1969 UA 71862 C2, 15.05.2006 UA 86958 C2, 10.06.2009 UA 105214 C2, 25.04.2014 GB 2055332 A, 04.03.1981 UA 20040705419, 16.01.2006 UA 88761 C2, 25.11.2009 UA 95575 C2, 10.08.2011

(54) РІДИННИЙ РАКЕТНИЙ ДВИГУН З ТУРБОНАСОСНОЮ СИСТЕМОЮ ПОДАЧІ ПАЛИВА В КАМЕРУ ЗГОРЯННЯ І СИСТЕМОЮ ГАЗОДИНАМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВЕКТОРА ТЯГИ

(57) Реферат:

Винахід належить до ракетної техніки і може бути використаний в системі газодинамічного регулювання вектора тяги маршового рідинного ракетного двигуна верхніх ступенів ракет та розгінних блоків космічних апаратів. Рідинний ракетний двигун з турбонасосною системою подачі палива в камеру згоряння і з системою газодинамічного регулювання вектора тяги містить камеру згоряння і сопло, турбонасосний агрегат подачі компонентів палива в камеру з турбіною, вихлопний колектор якої сполучено газоводом з кільцевим колектором вузла вдуву газу, виготовленим в середній частині надзвукового сопла, вузли вприскування в сопло компонентів палива, що містять в собі рухомий твердий двопозиційний інтерцептор з струменевими форсунками вприскування компонента палива, виготовленими на його робочій частині, яка вводиться в надзвуковий потік сопла, і які встановлені в кожній чверті сопла, гідросистему з регуляторами (релейного і пропорційного регулювання) витрат окислюючого компонента палива з регулюючими пристроями, якою вузли вприскування сполучені з паливною високонапірною магістраллю двигуна. Регулятор витрат окислюючого компонента палива на вприскування в сопло виготовлено з двома ступенями регулювання: релейний - з використанням пристрою клапанного типу і пропорційний (аналоговий) - з використанням пристрою типу гідравлічного дроселя з релейним приводом. Вузол вприскування містить в собі гідравлічний підпружинений привід. Перевагою винаходу є підвищення конструкційних, масових та експлуатаційних характеристик системи керування польотом літального апарата.

UA 111995 C2

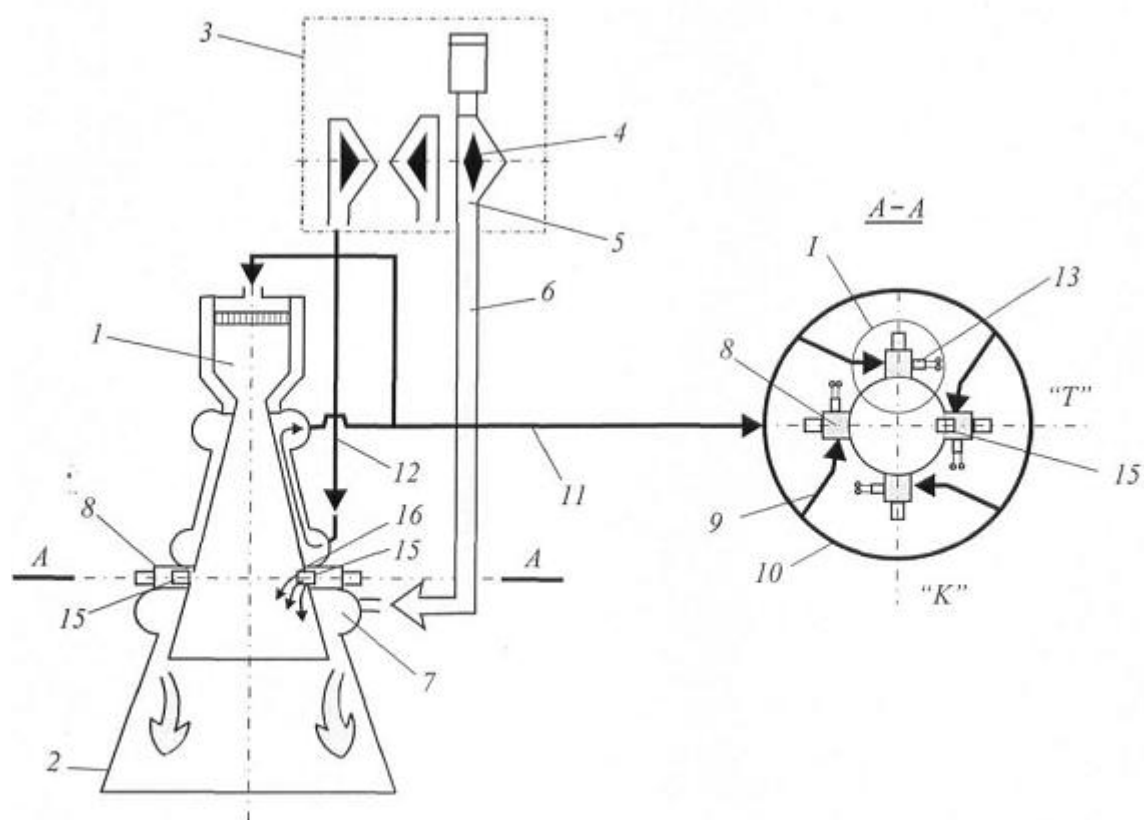


Fig. 1

Винахід належить до ракетної техніки і може бути використаний в системі газодинамічного регулювання вектора тяги (ВТ) маршового рідинного ракетного двигуна (РРД) верхніх ступенів ракет та розгінних блоків космічних апаратів (КА).

Забезпечення більш високих енергомасових, габаритних та функціональних характеристик ступенів ракет та КА є однією з важливих задач подальшого вдосконалення ракетної техніки, при цьому важливе значення має удосконалення систем регулювання ВТ двигуна з метою керування польотом літального апарата (ЛА). В значній більшості в найбільш повній мірі цим вимогам відповідають ракетні двигуни з термогазодинамічною системою регулювання ВТ камери маршового РРД. Вже застосовані на серійних зразках ракетної техніки системи газодинамічного регулювання ВТ вдвом в надзвукову частину сопла високотемпературного газу високого тиску забезпечили ступеням ракет найбільш високі енергомасові, габаритні, динамічні та експлуатаційні характеристики [1, 2, 3].

Серед відомих з багатьох джерел, зокрема [3-6], РРД з газодинамічним регулюванням ВТ безсумнівними переваги мають двигуни з турбонасосним агрегатом (ТНА) подачі палива в камеру згоряння і вдвом вихлопного газу турбіни в надзвукову частину сопла камери двигуна [3-8].

Особливості і значні переваги такого типу двигунів, по-перше, в тому, що при вдві вихлопного газу турбіни в сопло із складу двигуна вилучається розгалужена система вихлопних сопел, що значно підвищує габаритно-масові характеристики двигуна і крім того обумовлює можливість створення найбільш щільної компоновки двигунної установки. Друга перевага полягає у тому, що кільцевий вдв вихлопного газу створює над поверхнею сопла теплозахисну завісу, тим самим створюючи умови для використання неохолоджуваної конструкції більшої частини надзвукового сопла високого ступеня розширення. Третя перевага, найбільш важлива для регулювання ВТ двигуна, в тому, що при кільцевому вдві в сопло вихлопного газу, що має великий надлишок пального, створюються надзвичайно хороші умови для ефективного регулювання ВТ вприскуванням в сопло окислюючого компонента палива.

Враховуючи зазначені переваги та особливості РРД з кільцевим вихлопом в сопло турбінного газу, в останні роки розроблено ряд нових пристроїв та способів газодинамічного керування ВТ, зокрема для РРД зазначеного вище призначення [5, 6, 9].

Описаний в патенті на винахід України № 86958 [5] двигун містить камеру згоряння і сопло, ТНА подачі компонентів палива в камеру з турбіною, вихлопний колектор якої сполучено газопроводом з кільцевим колектором вузла вдву газу, розташованим в середній частині надзвукового сопла.

В кожній чверті сопла в площинах регулювання ВТ по каналах тангажу "Т" та курсу "К" встановлені вузли вприскування з регулятором витрат компонента палива в надзвуковий потік сопла. Кожний вузол вприскування сполучено системою трубопроводів з паливною (окислювача) високонапірною магістраллю двигуна і з приводом, на який надходять командні сигнали від системи керування (СК) і стабілізації польоту ЛА. В кожному вузлі вприскування розташовано рухомий твердий інтерцептор з рядом бокових струменевих форсунок на його робочій частині, який при потребі бокових сил вводиться в потік сопла.

Недоліком двигуна по патенту [5] є те, що він має недосконалу систему вприскування в сопло рідинного компонента палива, у зв'язку з чим залишається менш економною і менш динамічною система регулювання ВТ двигуна.

Найбільш близьким аналогом (прототипом винаходу) є РРД з системою газодинамічного регулювання ВТ, запропонований в патенті на винахід 105214 [9].

В патенті на винахід [9] запропоновано новий спосіб регулювання ВТ двигуна, а також удосконалену систему вприскування в сопло окислюючого компонента палива, в якій твердий рухомий інтерцептор з форсунками вприскування окислюючого компонента палива, що виготовлені на його бокових та лобовій поверхнях і з'єднані внутрішніми каналами інтерцептора з порожниною вузла вприскування, до якої надходить робоча рідина (окислюючий компонент палива), виготовлено двопозиційним (в "нульовому" положенні він приводом утримується затопленим в корпусі вузла вприскування на рівні поверхні сопла, а в робочому положенні введений в потік сопла на максимальну довжину робочої частини) з геометричними розмірами, необхідними і достатніми для створення бокових сил, забезпечуючих стабілізацію польоту ЛА. Двопозиційний інтерцептор з'єднаний з релейним приводом і з гідравлічною системою подачі компонента палива для теплового захисту інтерцептора від високотемпературного газового потоку сопла. Для подачі і регулювання витрат компонента палива в сопло з метою збільшення бокових сил для керування польотом ЛА кожний вузол вприскування з'єднано з високонапірною паливною магістраллю двигуна трубопроводом, який містить в собі регулятор витрат рідини (компонента палива) з приводом, з'єднаним з СК польотом ЛА.

До загальних істотних ознак прототипу і нового двигуна, що заявляється, належить: камера згоряння і сопло, ТНА подачі палива в камеру з турбіною, вихлопний колектор якої сполучено газопроводом з кільцевим колектором вузла вдуву газу, сполученим кільцевою щільною з внутрішньою проточною частиною сопла; вузли вприскування з регуляторами витрат окислюючого компонента палива в надзвуковий потік сопла сполучені трубопроводами з кільцевим колектором і трубопроводом з високонадпірною магістраллю окислюючого компонента палива двигуна і з релейним приводом; в кожному вузлі вприскування розташований двопозиційний інтерцептор з форсунками.

Недоліком двигуна прототипу є те, що в ньому недосконала система регулювання ВТ, яка передбачає використання двох приводів керування ВТ, які з'єднані з СК польотом ЛА, що ускладнює систему регулювання ВТ двигуна і в цілому СК польотом ЛА.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення системи регулювання ВТ двигуна шляхом застосування нових схемних і конструктивних рішень щодо регулювання положення інтерцептора та регулювання витрат компонента палива на вприскування в сопло.

Поставлена задача вирішується тим, що регулятор витрат окислюючого компонента палива на вприскування в сопло виготовлено з двома ступенями регулювання: перший - релейний, з використанням регулятора клапанного типу; він забезпечує подачу рідини на управління положенням рухомого твердого інтерцептора і мінімальну витрату рідини через інтерцептор в сопло, необхідну і достатню для теплового захисту інтерцептора після введення робочої частини в надзвуковий потік; другий ступінь регулювання - пропорційний (аналоговий) з використанням пристрою, наприклад, типу гідравлічного дроселя з релейним приводом; забезпечує регулювання витрат окислюючого компонента палива пропорційно з величиною потрібних бокових сил, управляючих польотом ЛА; вузол вприскування містить в собі гідравлічний підпружинений привід.

З метою більш ефективного використання окислюючого компонента палива в соплі з кільцевим вдувом вихлопного турбінного газу, максимальна довжина робочої частини інтерцептора обмежена і не перевершує товщину прошарку потоку сопла з вихлопним турбінним газом, а струменеві форсунки вприскування виготовлено в поперечному перерізі інтерцептора на лобовій та бокових поверхнях в його середній по висоті робочій частині.

Суть винаходу пояснюється кресленням (фіг. 1, 2, 3), де показаний запропонований пристрій регулювання положення інтерцептора і витрат робочої рідини.

Двигун містить в собі камеру згоряння (1) і сопло (2), ТНА (3) подачі палива в камеру з турбіною (4), вихлопний колектор (5) якої сполучено газопроводом (6) з кільцевим колектором вузла вдуву газу (7) в сопло. В кожній чверті сопла (переріз А-А) в площинах регулювання ВТ по каналах "Т" і "К" встановлені вузли вприскування (8). Кожний вузол вприскування сполучено трубопроводами (9) з кільцевим колектором (10) і трубопроводом (11) з високонадпірною магістраллю (12) окислюючого компонента палива двигуна і з релейним приводом (13), на який надходять командні сигнали СК і стабілізації польоту ЛА. Вузол вприскування містить в собі корпус (14) - з розташованим в його порожнині інтерцептором (15) з форсунками (16), виготовленими на робочій частині (РЧ) інтерцептора (15), гідравлічним підпружиненим приводом (17) та корпус (18) - з розташованими в ньому регулятором клапанного типу (19) і гідравлічним дроселем (20), з'єднаними з релейним приводом (13).

Пристрій працює таким чином.

ТНА (3) подає компоненти палива в камеру згоряння (1), продукти згоряння палива витікають із сопла (2), створюючи основну реактивну тягу двигуна. Вихлопний газ турбіни (4) із колектора (5) по газопроводу (6) надходить до кільцевого колектора вузла вдуву газу (7) і далі через кільцеву щільну вдувається в надзвукову частину сопла. Для створення управляючих зусиль по каналах "Т" і "К" включаються в роботу один або два діаметрально протилежні вузли вприскування (8). Окислювач надходить по трубопроводу (11) у кільцевий колектор (10) і далі по трубопроводах (9) до вузлів вприскування (8). Релейний привід (13) вузла вприскування (8) по командах від СК подає в сопло робочу рідину, при цьому в соплі виникає взаємодія потоків, в результаті чого виникає бокова сила, яка створює управляючий момент.

Окислюючий компонент палива подається на вприскування в сопло (2) через вузол вприскування (8) згідно з положення регулюючих органів: регулятором клапанного типу (19) і гідравлічним дроселем (20). Коли настає потреба створення бокових сил, то спочатку відкривається регулятор клапанного типу (19), при цьому рідина надходить в порожнину корпусу (14) і в розташований у ній гідравлічний підпружинений привід (17) інтерцептора (15), який під тиском рідини переміщується в робоче положення (вводиться в потік сопла на повну глибину - фіг. 3). При потребі збільшення бокових сил гідравлічний дросель (20) релейним

приводом (13) відкривається для пропорційного збільшення витрат окислювача послідовно через вузол вприскування (8), через інтерцептор (15) і форсунки (16) на вприскування в сопло.

Для регулювання бокових сил від максимальних до нульових порядок дій проходить у зворотному порядку, спочатку закривається гідравлічний дросель, а потім регулятор клапанного типу, після чого інтерцептор автоматично виводиться з потоку сопла. Відповідно до такого налагодження роботи маємо систему, що регулює ВТ двигуна в діапазоні малих бокових сил, достатньому для стабілізації польоту ЛА в релейному режимі роботи, а для регулювання ВТ в більш широкому діапазоні для виконання програми польоту працює система пропорційного регулювання бокових сил.

Таким чином, перевагою винаходу перед прототипом є спрощення схеми і конструкції системи регулювання ВТ двигуна підвищення експлуатаційних і масових характеристик РРД в цілому.

Джерела інформації:

1. Конюхов С.Н. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро "Южное" / Под ред. С.Н. Конюхова. - 3-е издание, перераб. и доп. - Днепропетровск: Издательская компания КИТ, 2004. - 260 с.

2. Ракета как объект управления / И.М. Игдалов, Л.Д. Кучма, Н.В. Поляков, Ю.Д. Шептун / Под ред. С.Н. Конюхова. - Днепропетровск: Арт -Пресс, 2004. - 544 с.

3. Коваленко Н.Д. Ракетный двигатель как исполнительный орган системы управления полетом ракет / Н.Д. Коваленко. - Днепропетровск: Институт технической механики НАН и НКАУ Украины, 2003. - 412 с.

4. Коваленко М.Д. Деякі принципи схем систем термогазодинамічного регулювання вектора тяги рідинних ракетних двигунів / М.Д. Коваленко, Г.О. Стрельников, Г.М. Коваленко // Технічна механіка. - 2003. - № 1. - С. 33-40.

5. Патент на винахід 86958 Україна, МПК F02K 9/00. Рідинний ракетний двигун з регульованим вектором тяги / Коваленко М.Д., Стрельников Г.О., Коваленко Г.М., Хоменко О.В., Коваленко Т.О., Сироткіна Н.П.; заявник і патентоволодар Інститут технічної механіки НАНУ і НКАУ. - а200607625; заявл. 07.07.2006; опубл. 10.06.2009, Бюл. 11. - 10 с.

6. Патент на винахід 71862 Україна, МПК F02K 9/42. Рідинна ракетна двигуна установка щільного компонування з регульованим вектором тяги / Коваленко М.Д., Стрельников Г.О., Коваленко Г.М.; заявник і патентоволодар Інститут технічної механіки НАНУ і НКАУ. - а20031213350; заявл. 31.12.2003; опубл. 15.05.2006, Бюл. 5. - 10 с

7. Конюхов С.Н. Украина космическая. Задача - удержаться на высокотехнологической орбите / С.Н. Конюхов // Экспо 2003, индустрия Украины. - 2003.- № 4 (29). - С. 38-42.

8. Коваленко Н.Д. Новая схема жидкостного ракетного двигателя с дожиганием выхлопного газа турбины / Н.Д. Коваленко, Г.А. Стрельников, Г.Н. Коваленко // Авиационно-космические технологии. - 2006. - № 10/36. - С. 39-41.

9. Патент на винахід 105214 Україна, МПК F02K 9/00. Спосіб регулювання вектора тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун для його здійснення / Коваленко М.Д., Коваленко Т.О., Сироткіна Н.П., Шептун Ю.Д.; заявник і патентоволодар Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Національного космічного агентства України; - а2011 12467; заявл. 24.10.2011; опубл. 25.04.2014, Бюл. 8. - 10 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Рідинний ракетний двигун з турбонасосною системою подачі палива в камеру згоряння і з системою газодинамічного регулювання вектора тяги, що містить камеру згоряння і сопло, турбонасосний агрегат подачі компонентів палива в камеру згоряння з турбіною, вихлопний колектор якої сполучено газомоводом з кільцевим колектором вузла вдуву газу, виготовленим в середній частині надзвукового сопла, вузли вприскування в сопло компонентів палива, що містять в собі рухомий твердий двопозиційний інтерцептор з струменевими форсунками вприскування компонента палива на бокових та лобовій поверхнях, виготовленими на його робочій частині, яка вводиться в надзвуковий потік сопла, і які встановлені в кожній чверті сопла, гідросистему з регуляторами (релейного і пропорційного) регулювання витрат окислюючого компонента палива з регулюючими пристроями, якою вузли вприскування сполучені з паливною високонапірною магістраллю двигуна, який **відрізняється** тим, що регулятор витрат окислюючого компонента палива на вприскування в сопло виготовлено з двома ступенями регулювання: перший - релейний, з використанням пристрою клапанного типу; другий ступінь регулювання – пропорційний (аналоговий) з використанням пристрою типу

гідравлічного дроселя з релейним приводом; вузол вприскування містить в собі гідравлічний підпружинений привід.

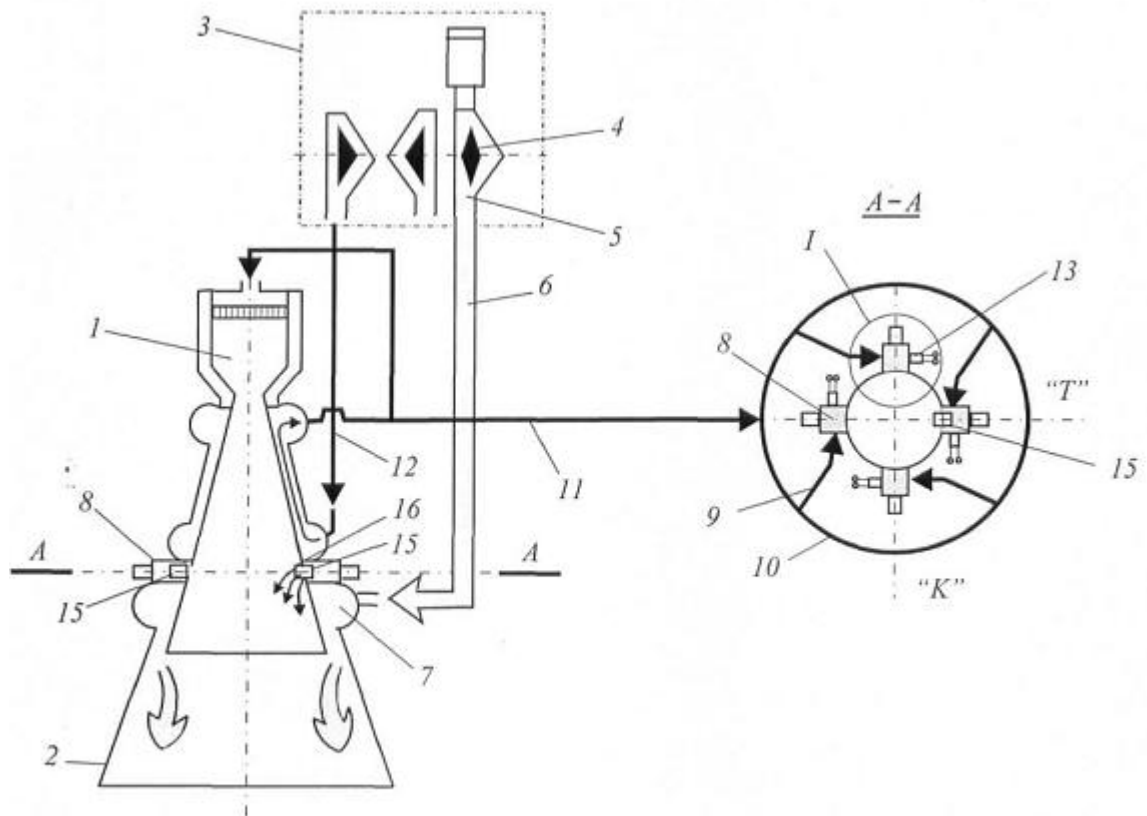


Fig. 1

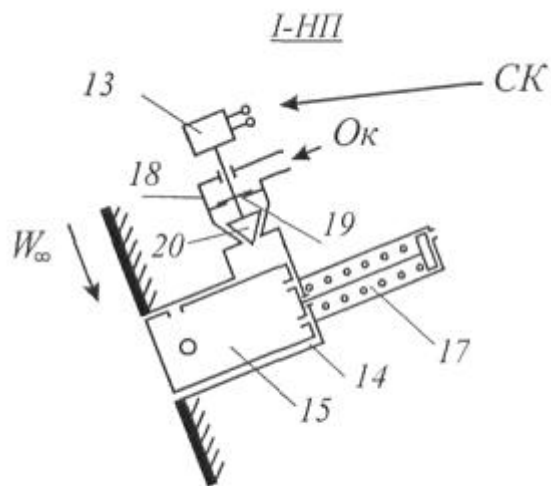


Fig. 2

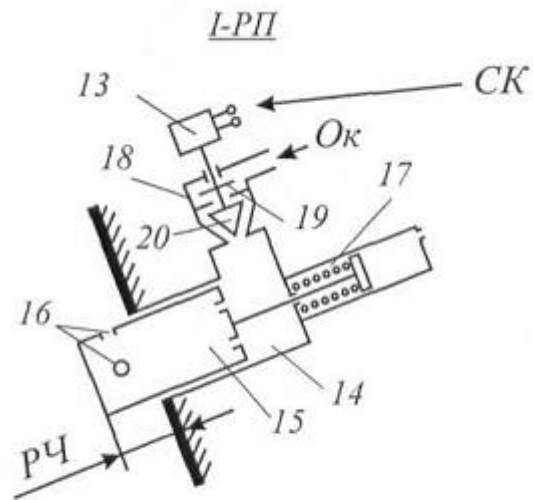


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601