



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94188** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01M 9/00

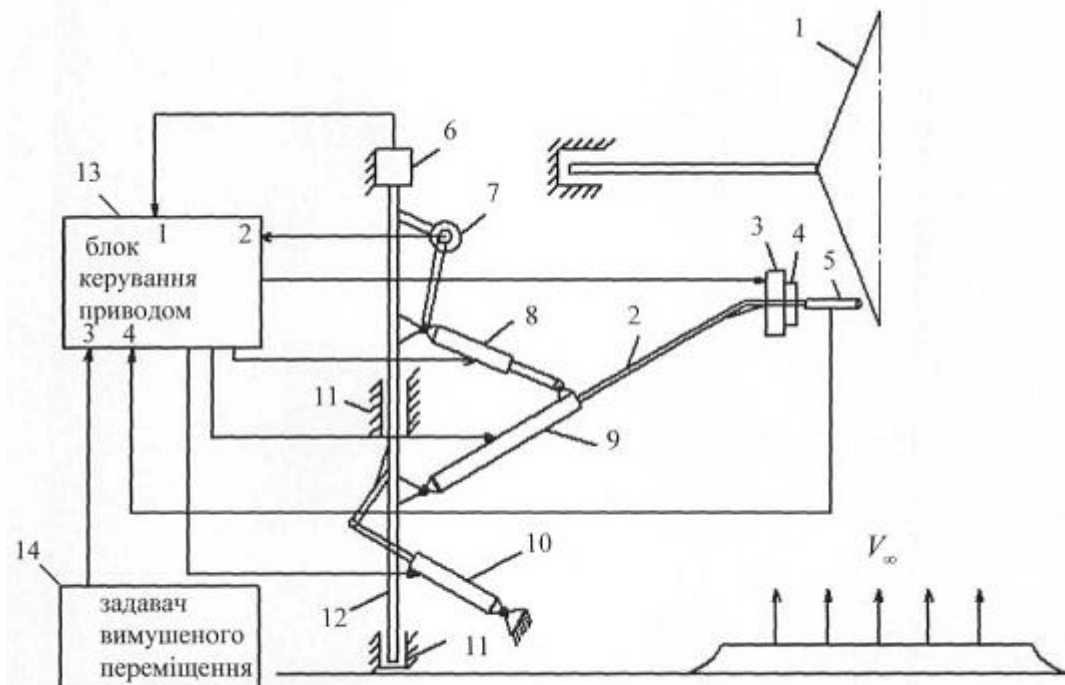
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 12116	(72) Винахідник(и): Бондар Олександр Валентинович (UA), Давидов Олександр Рубенович (UA), Іщенко Сергій Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 16.10.2013	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.11.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2014, Бюл.№ 21	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ІНДУКТИВНИХ ШВИДКОСТЕЙ НЕСУЧОГО ГВИНТА В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ

(57) Реферат:

Пристрій для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічній трубі містить досліджуваний несучий гвинт, державку з вимірювальним насадком, три лінійних гідроприводи, механізм зв'язку з опорами, блок керування приводом, задавач вимушеного переміщення, три датчики кутового положення та електропривід обертального руху.



Фіг. 1

UA 94188 U

Корисна модель належить до галузі експериментальної аеродинаміки, зокрема до пристроїв, котрі призначені для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта при їх дослідженнях в аеродинамічних трубах.

Відомий пристрій - динамічний маніпулятор для переміщення об'єкта, котрий розміщують в аеродинамічній трубі та складається з державки, двох лінійних гідроприводів, механізму зв'язку, блока керування, задавача вимушеного переміщення [1]. Недоліком розглянутого аналогу є відсутність можливості просторового заданого переміщення державки в робочому полі аеродинамічної труби. У аналогу маніпулятор використовується при оцінці впливу землі перед посадкою літального апарата.

Найближчим технічним рішенням є пристрій для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічній трубі, котрий містить досліджуваний несучий гвинт, державку з вимірювальним насадком, три лінійних гідроприводи, механізм зв'язку з опорами, блок керування, задавач вимушеного переміщення, два датчики кутового положення [2].

Дослідження поля індуктивних швидкостей несучого гвинта вимагає окрім наявності керованого та контрольованого переміщення державки з вимірювальним насадком вздовж поздовжньої і бічних осей повітряного потоку, також керований просторовий обертальний рух, що не передбачено в пристрої прототипу. Відома схема прототипу володіє низькою чутливістю до скосів повітряного потоку. При скосах повітряного потоку $\geq 10^\circ$ похибки вимірювання параметрів потоку досягають 10 % та з збільшенням відхилення повздовжньої осі державки з вимірювальним насадком від осі повітряного потоку в точці вимірювання зростають. Також за наявності завихрень потоку несучого гвинта потрібна локалізація вимірювань в точці, що не вдається отримати при п'яти точковому вимірювальному насадку. Обмеження пов'язане з мінімальним діаметром вимірювального насадку $D_{\min} \geq 6,5$ мм [3].

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити такий пристрій для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічних трубах, в якому нове виконання схеми пристрою, а саме додатково введений датчик кутового положення, електропривід обертального руху, котрий одним кінцем з'єднаний з державкою, а другим через датчик кутового положення з вимірювальним насадком, вихід котрого з'єднаний з четвертим входом блока керування приводом, а один з виходів блока керування приводом з'єднаний з входом керування електроприводу обертального руху, що дозволило забезпечити розширення діапазону кутів та підвищити точність проведення експериментів для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта при їх дослідженнях в аеродинамічних трубах.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічній трубі містить досліджуваний несучий гвинт, державку з вимірювальним насадком, три лінійних гідроприводи, механізм зв'язку з опорами, блок керування приводом, задавач вимушеного переміщення, два датчики кутового положення, причому перший лінійний гідропривід забезпечує вертикальне переміщення державки, другий лінійний гідропривід через механізм зв'язку забезпечує обертальний рух державки в площині розміщення гідроприводів, а третій лінійний гідропривід, котрий з'єднаний однією стороною, так само, як і перший гідропривід з механізмом зв'язку, а іншою стороною з'єднаний з корпусом аеродинамічної труби, причому керування всіма трьома гідроприводами здійснюється за допомогою блока керування, котрий першим та другим входом з'єднані з виходами датчиків кутового положення, що розташовані між механізмом зв'язку та першим гідроприводом, а також між механізмом зв'язку і корпусом аеродинамічної труби, а третім входом з'єднаний з задавачем вимушеного переміщення, згідно з винаходом додатково введені третій датчик кутового положення, електропривід обертального руху, котрий одним кінцем з'єднаний з державкою, а другим через датчик кутового положення з вимірювальним насадком, вихід котрого з'єднаний з четвертим входом блока керування приводом, а один з виходів блока керування приводом з'єднаний з входом керування електроприводу обертального руху.

На фігурі 1 наведено схему пристрою для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічній трубі.

На фігурі 2 наведено кінематичну схему взаємодії лінійних гідроприводів з механізмом зв'язку у вертикальній площині.

На фігурі 3 наведено кінематичну схему взаємодії лінійних гідроприводів з механізмом зв'язку в горизонтальній площині.

На фігурі 4 наведено схему орієнтації повітряного потоку відносно вимірювального насадку в досліджуваному перетині простору аеродинамічної труби.

На фігурі 5-7 наведено схему зміни орієнтації вимірювального насадку щодо вектора швидкості потоку для вимірювання двох кутів скосу потоку α_n і β_n .

Пристрій (Фіг. 1) містить досліджуваний несучий гвинт 1, державку 2, електропривід обертального руху 3, датчики кутового положення 4,6,7, вимірювальний насадок 5, лінійні гідроприводи 8,9,10, опори 11, механізм зв'язку 12 блок керування приводом 13, задавач вимушеного переміщення 14.

5 Пристрій працює наступним чином.

Несучий гвинт 1 розміщується в повітряному потоці, що набігає V_{∞} . При дослідженні поля індуктивних швидкостей несучого гвинта 1 від задавача вимушеного переміщення 14 по лінійним степеням вільності X, Y, Z задається сигнал, котрий після перетворення в блоці 13 забезпечує лінійне переміщення державки 2 вздовж відповідного ступеня вільності спільним переміщенням всіх трьох лінійних гідроприводів 8,9,10. Керуючі сигнали для блока керування приводом 13 формуються від датчиків кутового положення 6,7. Датчик 6 вимірює кут повороту механізму зв'язку 12 в горизонтальній площині, котрий обумовлений переміщенням лінійного гідроприводу 10. Датчик 7 вимірює кут повороту лінійного гідроприводу 8 у вертикальній площині. Механізм зв'язку 12 вільно повертається відносно вертикальної осі в опорах 11. Сигнали керування переміщенням гідроприводів 8,9 у вертикальній площині формуються в блоці керування приводом 13 від задавача вимушеного переміщення 14 у такий спосіб. В задавачі вимушеного переміщення 14 формується величина переміщення по X або Y . При цьому необхідне переміщення гідроприводів 8, 9 наступне (Фіг. 2):

$$l_1 = \frac{x - d \cdot \sin(\beta - \alpha)}{\sin(\alpha)} - b$$

$$20 \quad l_1 = \sqrt{b^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos(\alpha)} - c,$$

де l_1 - лінійне переміщення гідроприводу 8;

l_2 - лінійне переміщення гідроприводу 9;

x, y - необхідні координати положення державки 2 в повітряному потоці вздовж осей X і Y ;

d - довжина штанги, на якій кріпиться державка 2;

25 b, c - постійні розміри гідроприводу 8, 9;

a - відстань між нерухомими точками кріплення гідроприводів 8, 9;

α - кут між вертикальною віссю механізму зв'язку 12 і повздовжньою віссю гідроприводу 9;

β - кут, під яким нерухомо встановлюється штанга відносно повздовжньої осі гідроприводу.

Кут α визначається за наступним виразом:

$$30 \quad \alpha = \arcsin(w)$$

$$w = \frac{(y - a) \cdot d \cdot \sin(\beta) \pm \sqrt{d^2 \cdot \sin^2(\beta) + (y - a)^2 + y^2}}{(y - a)}.$$

Таким чином, задавши величину переміщення по координатах X і Y , легко обчислити керовані переміщення l_1 та l_2 гідроприводів.

35 Сигнали керування переміщенням гідроприводів в горизонтальній площині формуються в блоці керування 13 від задавача вимушеного переміщення 14 наступним чином (Фіг. 3). В задавачу 14 формується величина бічного переміщення по осі Z .

При цьому необхідне переміщення гідроприводу 10:

$$l_3 = \sqrt{l^2 + n^2 - 2 \cdot l \cdot n \cdot \cos(90 - \vartheta - \gamma)} - m,$$

де l - довжина горизонтальної штанги механізму зв'язку 12;

40 n - відстань між вертикальною віссю механізму зв'язку 12 та точкою шарнірного кріплення гідроприводу 10;

m - постійні розміри гідроприводу 10;

ϑ - постійний кут між віссю X та перпендикуляром, проведеного з точки шарнірного кріплення гідроприводу 10, на вертикальну вісь механізму зв'язку 12;

45 γ - кут між віссю z та горизонтальною штангою механізму зв'язку 12.

Кут γ визначається за наступним виразом:

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{z}{d^2 + (b + l_1)^2 - 2 \cdot d \cdot (b + l_1) \cdot \cos(\beta)}\right).$$

Задавши величину бічного переміщення z , обчислимо через відомі величини кут γ та знайдене необхідне переміщення l_3 гідроприводу 10.

Блок керування приводом 13 може бути реалізований на будь-якому процесорі, де по величинах X, Y, Z розраховуються необхідні переміщення гідроприводів 8, 9, 10.

5 При використанні гідроприводів з ходом $\pm 0,5$ м, розмірі $a=1,5$ м можна досягти переміщення $X=0,5$ м, $Y=0,95$ м.

Після визначення в просторі координат точки повітряного потоку (X, Y) визначаються величини кутів скосу потоку α_n і β_n у точці (Фіг. 4) Зміна орієнтації вимірювального насадку 5, відносно вектору швидкості повітряного потоку, для вимірювання двох кутів α_n и β_n у точці, здійснюється наступним чином (Фіг. 5-7). Вихідне положення вимірювального насадку 5 показано на рисунку (Фіг. 5). Спочатку вимірювальний насадок 5 використовується для вимірювання кута α_n .

Для цього вимірювальний насадок 5 повертається електроприводом обертального руху 3 відносно повздовжньої осі до тих пір, поки тиск, що реєструється трубками А і В, не стане рівним. У цьому положенні трубки А і В розташовуються симетрично відносно площини, в якій знаходиться вектор швидкості потоку V , показано на рисунку (Фіг. 6). Кут α_n визначається за показниками датчика кута 4. Потім вимірювальний насадок 5 повертається на 90° електроприводом обертального руху 3, показано на рисунку (Фіг. 7). У цьому положенні вектор швидкості потоку V лежить в площині, котра проходить через осі трубок А і В. Далі проводиться реєстрація значень тиску, по всіх трьох трубках. За градуювальними залежностями вимірювального насадку 5 визначається кут β_n та величина вектора швидкості V . Мінімальний діаметр вимірювального насадку $D_{\min} > 3,2$ мм [3].

Пристрій дозволить значно розширити обсяг аеродинамічних трубних експериментів при дослідженні несучих гвинтів автожирів і вертольотів з урахуванням місцевих вихроутворень, що дає можливість збільшити науково-технічний ефект при таких дослідженнях.

Джерела інформації:

1. Patent US № 5 345 818, WIND DRIVEN DYNAMIC MANIPULATOR FOR A WIND TUNNEL/ US Cl. 73-147, Int. Cl. G01M9/00, Jim. 1993. (аналог)
2. Патент на корисну модель № 52913, ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ІНДУКТИВНИХ ШВИДКОСТЕЙ НЕСУЧОГО ГВИНТА В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ/ UA МПК G01M9/00, Б.И. №17, 10.09.2010. (прототип)
3. Приемники для определения параметров потока в аэродинамических трубах. Обзор ЦАГИ, № 612, 1982. - С. 66-68.

35 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для визначення поля індуктивних швидкостей несучого гвинта в аеродинамічній трубі, який містить досліджуваний несучий гвинт, державку з вимірювальним насадком, три лінійних гідроприводи, механізм зв'язку з опорами, блок керування приводом, задавач вимушеного переміщення, два датчики кутового положення, причому перший лінійний гідропривід забезпечує вертикальне переміщення державки, другий лінійний гідропривід через механізм зв'язку забезпечує обертальний рух державки в площині розміщення гідроприводів, а третій лінійний гідропривід, котрий з'єднаний однією стороною, так само, як і перший гідропривід з механізмом зв'язку, а іншою стороною з'єднаний з корпусом аеродинамічної труби, причому керування всіма трьома гідроприводами здійснюється за допомогою блока керування, котрий першим та другим входом з'єднаний з виходами датчиків кутового положення, що розташовані між механізмом зв'язку та першим гідроприводом, а також між механізмом зв'язку і корпусом аеродинамічної труби, а третім входом з'єднаний з задавачем вимушеного переміщення, який **відрізняється** тим, що додатково введені третій датчик кутового положення, електропривід обертального руху, котрий одним кінцем з'єднаний з державкою, а другим через датчик кутового положення з вимірювальним насадком, вихід котрого з'єднаний з четвертим входом блока керування приводом, а один з виходів блока керування приводом з'єднаний з входом керування електроприводу обертального руху.

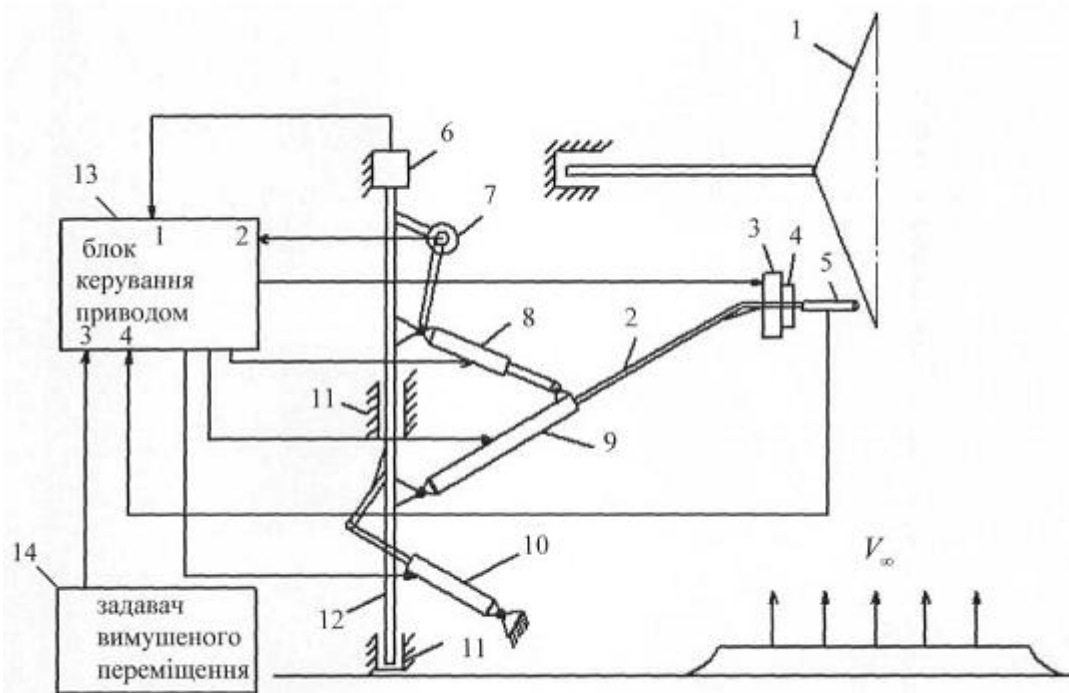


Fig. 1

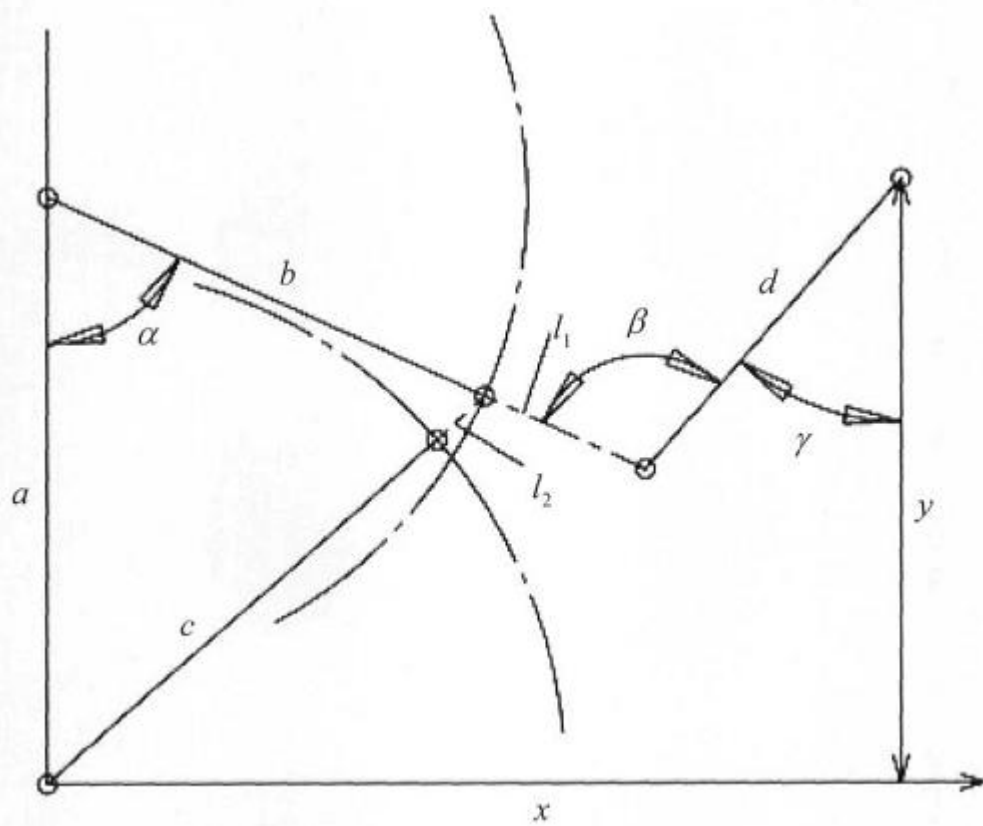
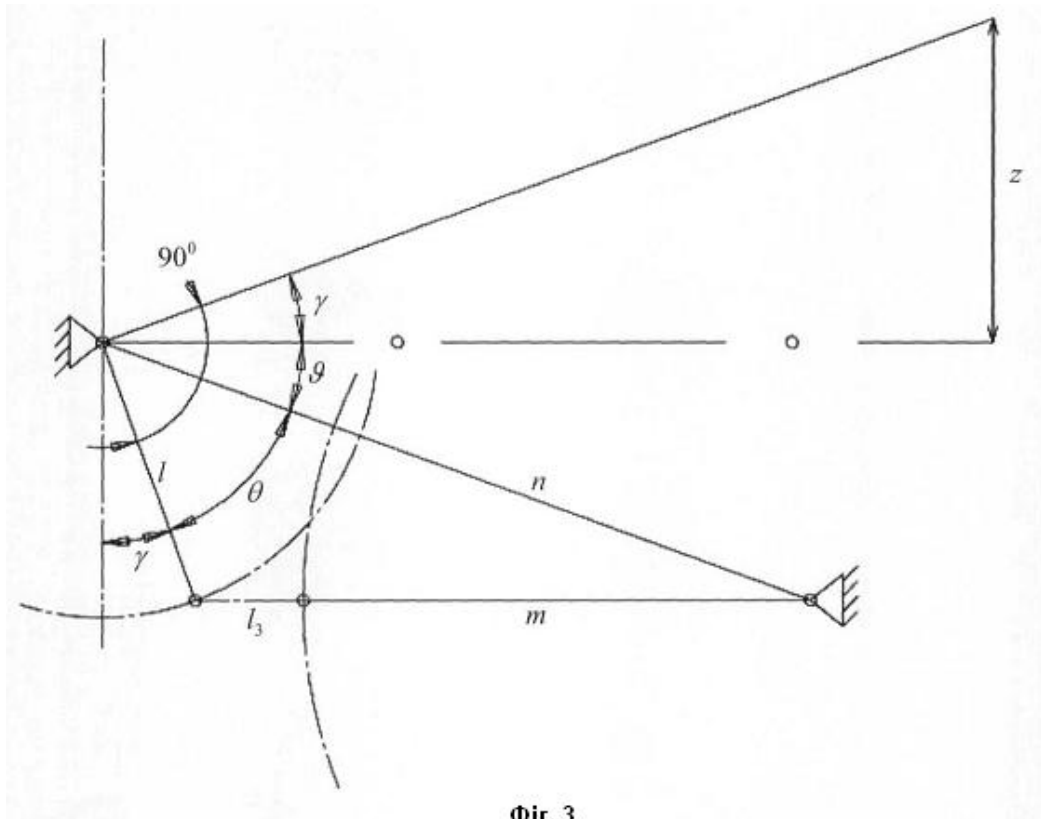
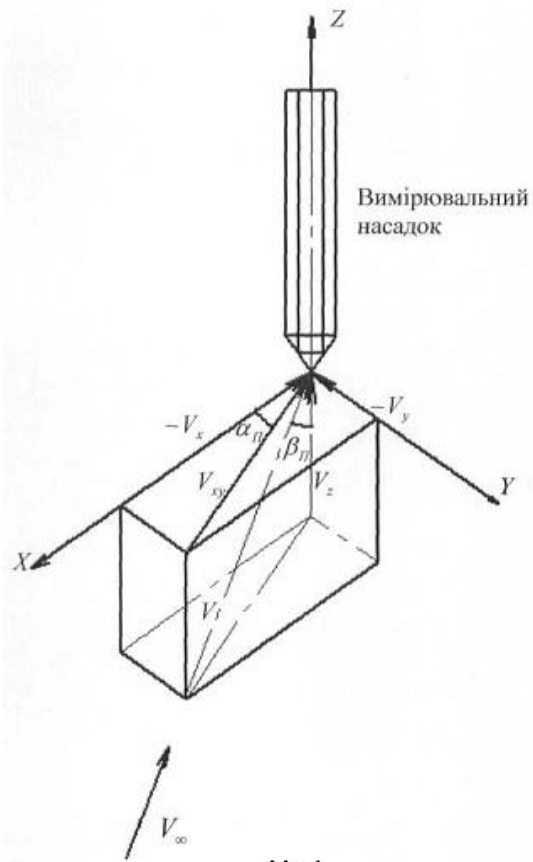


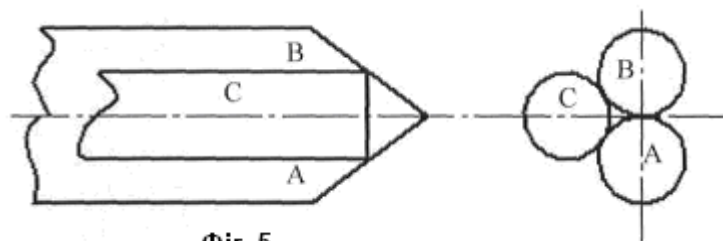
Fig. 2



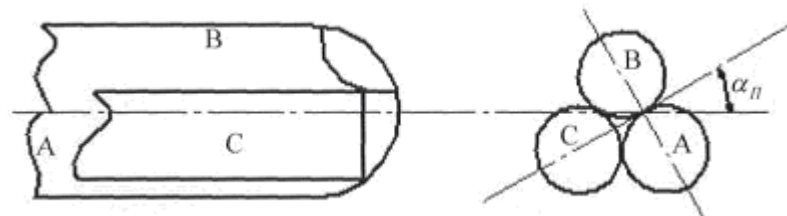
Фиг. 3



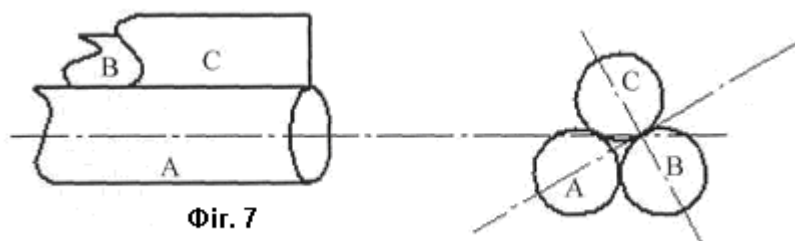
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Комп'ютерна верстка О. Рябо

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

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