



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103785** (13) **C2**  
(51) МПК (2013.01)  
**B23Q 11/10** (2006.01)  
**B23D 59/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2011 07792</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Абдураїмов Арсен Азізович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.06.2011</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Абдураїмов Арсен Азізович,</b> вул. Алмазарська, 6, м. Сімферополь, 95010, Україна (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.11.2013</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 27972 C2; 16.10.2000 UA 92346 C2; 25.10.2010 SU 134102 A; 25.04.1960 SU 404275 A; 28.01.1974 WO 2009/040168 A1; 02.04.2009 US 5678466 A; 21.10.1997 US 4844047 A; 04.07.1989 US 4778315 A; 18.10.1988 DE 930790 A1; 25.07.1955 DE 9116481.8 U1; 07.01.1993
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заяву: <b>12.12.2011, Бюл.№ 23</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.11.2013, Бюл.№ 22</b>	

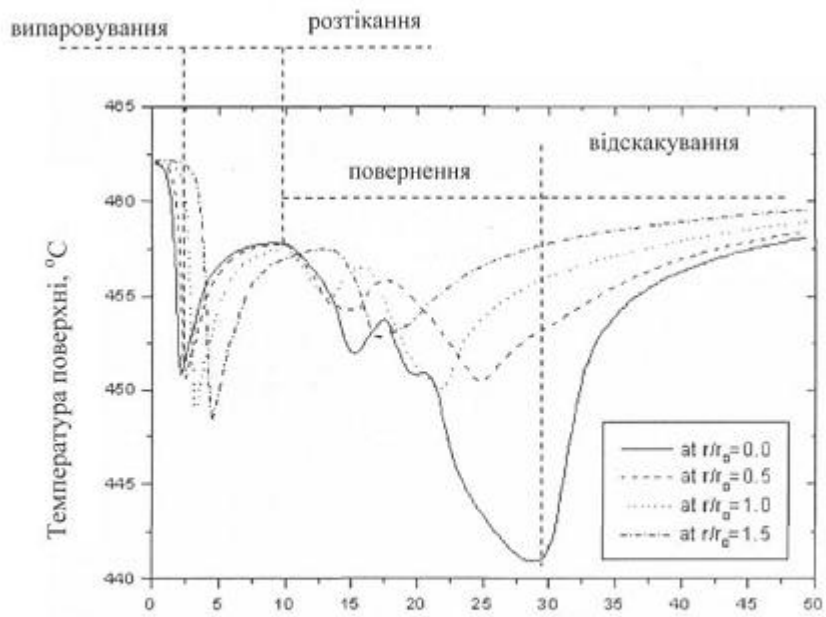
**(54) СПОСІБ ЗМАЩУВАННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ РІЗАЛЬНИХ ЛЕЗ ІНСТРУМЕНТА ТА/АБО ЗАГОТОВОК У ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ МЕТАЛУ РІЗАННЯМ****(57) Реферат:**

Винахід належить до способів змащування і охолодження ріжучих лез інструмента та/ або заготовок у процесі обробки металів різанням і може бути використане в машинобудуванні. Спосіб змащування та охолодження різальних лез інструмента та/або заготовок у процесі обробки металу різанням, при якому на оброблювану заготовку та/або лезо ріжучого інструмента подають шляхом набризкування або у вигляді аерозолі, по окремих лініях подачі, рідкий засіб для зниження тертя між ріжучим інструментом і заготовкою або стружкою і рідкий засіб для охолодження ріжучого інструмента, заготовки, тримача різального інструмента та стружки, в кількості, розмірній витраті кожного засобу в процесі роботи, таким чином, що не залишається надлишок засобу і виключається необхідність його збору, рециркуляції та повторного використання, причому як кількісну характеристику умов подання кожного засобу в

напрямку зони різання використовують безрозмірний критерій Вебера  $We = \frac{\rho d v^2}{\sigma}$ , при цьому

рідкий засіб для зниження тертя наносять за  $We < 10$ , а рідкий засіб для охолодження при  $We > 80$ .

**UA 103785 C2**



Мал. 6

Зміна температури поверхонь в результаті взаємодії з краплею рідини

Винахід належить до способів змащування і охолодження різальних лез інструмента, та/або заготовок у процесі обробки металів різанням і може бути використуватися в машинобудуванні.

Процес обробки металів різанням залишається єдиним з усіх відомих способів формоутворення (лиття, штампування, зварювання і т. д.) методом виготовлення деталей машин і механізмів, що дозволяє отримувати деталі будь-якої складної форми, при істотно низьких витратах.

Загальновідомим і доступним засобом збільшення продуктивності праці при обробці різанням, зменшення зношування різального інструмента, підвищення якості оброблюваної поверхні є застосування мастильно-охолоджуючих рідин (МОР). [1]

У процесі різання МОР може надавати змазувальну, що охолоджує, диспергуючу, миючу та ін. функціональні дії, які проявляються в різних областях зони різання, залежно від виду та характеру обробки, режимів різання, властивостей оброблюваного та інструментального матеріалів, способу подачі СОЖ в зону різання та ін. Більшість фахівців схиляються до думки, що основними діями МОР є змазувальна та охолоджувальна дії.

Найбільш близьким аналогом є «Спосіб змащування та охолодження різальних лез інструмента та/або заготовок у процесі обробки металу різанням» [2] (копія додається).

Згідно з даним способом використовують дві не змішувані рідкі засоби - рідкий засіб для зниження тертя між ріжучим інструментом і заготовкою або стружкою і рідкий засіб для охолодження ріжучого інструмента, заготовки, державки ріжучого інструмента і стружки. Обидва засоби зберігають і готують окремо одне від другого в окремих ємностях і подають на оброблювану заготовку або ріжуче лезо інструмента по окремих лініях подачі.

При цьому рідкий засіб для охолодження набризкують у відповідності з необхідним охолодженням заготовки та/або різального інструменту, причому набризкування засобу для охолодження виконують у такій розрахунковій кількості, що в процесі обробки відбувається його випаровування.

Засіб для зниження тертя наносять у кількості, розмірній витраті в процесі роботи, таким чином, що не залишається надлишкове, засіб виключає необхідність його збору, рециркуляції та повторної підготовки.

Недоліком прототипу є те, що в ньому не вказані умови, при яких кожний рідкий засіб подається в зону різання, і отже не враховуються гідродинамічні і теплодинамічні чинники процесу взаємодії краплі рідини з поверхнею ріжучого інструмента, державки інструмента, заготовки і стружки.

Задачею винаходу є підвищення ефективності процесу обробки металів різанням за рахунок встановлення умов, за яких рідкий засіб для зниження тертя і рідкий засіб для охолодження подається в зону різання.

Зазначена задача вирішується за рахунок того, що для характеристики умови подачі кожного рідкого засобу в зону різання використовують безрозмірний критерій Вебера  $We$ , який визначає характер протікання процесу взаємодії краплі рідини з поверхнею, що має високу температуру.

Згідно з сучасним уявленням [3,4,5], процес взаємодії краплі рідини з поверхнею, що має високу температуру, може протікати по-різному, в залежності від значення безрозмірного критерію Вебера:

$$We = \frac{\rho v^2 d}{\sigma},$$

де,  $\rho$  - щільність рідини,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\sigma$  - коефіцієнт поверхневого натягу рідини  $\text{Н/м}^2$ ;  $d$  - діаметр краплі,  $\text{м}$ ;  $v$  - швидкість падіння краплі,  $\text{м/с}$ .

Критерій  $We$  показує вплив фізико-хімічних властивостей рідини і технологічних параметрів, на характер протікання процесу взаємодії.

Дослідниками [3,4,5] встановлено, що залежно від значення  $We$ , процес взаємодії може мати чотири різних механізму. Граничними значеннями числа  $We$ , при яких змінюється характер процесу взаємодії є:

- 1)  $We < 10$
- 2)  $10 < We < 30$
- 3)  $30 < We < 80$
- 4)  $We > 80$

На фіг. 1 представлений процес взаємодії краплі води з поверхнею при  $We = 1.4$ , відповідний умові  $We < 10$  [3].

У момент зіткнення крапля деформується і розтікається. Назвемо цей період, умовно, період «розтікання». У цей момент, на поверхні змінюється форма рідини - з сферичної в

дископодібну. З причини того, що поверхня має високу температуру, пристінний шар рідини випаровується і розтікання відбувається за паровому шару.

При досягненні краплею максимальної деформації, плівка має поглиблення в центрі і деяке скупчення рідини на периферії (фіг.1 кадр 4).

5 Після досягнення максимального розміру, крапля починає повертатися до свого первісного стану. Назвемо цей період, умовно, період «повернення» - рідина від країв перетікає до центру. У результаті крапля спочатку набуває форми кулі, а потім і витягується. (фіг.1 кадр 7)

Далі періоди «розтікання» і «повернення» повторюються. Крапля залишається на поверхні в хиткому стані.

10 На фіг. 2 представлений процес взаємодії, отриманий методом швидкісної кінозйомки і 3D-моделювання, які підтверджують описаний вище процес.

На фіг.3 представлений процес взаємодії при  $We = 15$ , відповідний  $10 < We < 30$ .

15 Початкові періоди відповідають розглянутому вище процесу: відбувається «розтікання» рідини в дископодібну форму і «повернення» до кулястої форми. Однак далі характер процесу змінюється. На відміну від раніше розглянутого процесу, в цьому випадку крапля рідини відскакує від поверхні.

Ще однією відмінністю протікання даного процесу є те, що він більш динамічний. Якщо в першому випадку дископодібних форма краплі утворювалася за 7-8 мс, то в другому - за 2-3мс. Рідина знаходиться на поверхні близько 10,0 мс.

20 На фіг.4 представлений процес взаємодії при  $We = 70$ , відповідний  $30 < We < 80$ .

Відмінною особливістю даного процесу від попереднього, є те, що він є ще більш швидким, наприклад, утворення дископодібної форми відбувається за 2,1 мс. Також, як видно з останнього кадру, при відскакуванні краплі рідини від поверхні, відбувається розпад краплі - замість однієї цілої утворюється кілька дрібних крапель. Рідина знаходиться на поверхні не більше 8,0 мс.

На фіг.5 показано процес взаємодії при  $We = 180$ , відповідний  $We > 80$ .

30 Ми бачимо, що в даному випадку, відбувається розтікання краплі. Однак у даному випадку відсутній період «повернення». Після утворення дископодібної форми, відбувається розпад краплі на безліч дрібних. Процес взаємодії в цьому випадку дуже швидкоплинний. Утворення дископодібної форми відбувається за 1,4 мс. А процес взаємодії триває не більше 3,0 мс.

Виходячи з розглянутого процесу, необхідно відзначити ефект «прилипання» краплі до поверхні при малих значеннях  $We < 10$  (мал.1 і 2).

При використанні рідких засобів, призначених для зниження тертя, в даному випадку, вся кількість поданого в зону обробки залишиться на поверхні інструменту, стружки і деталі.

35 У прототипі вказується, що рідкий засіб для зменшення тертя наносять набризкуванням або у вигляді аерозолі гомогенного з утворенням тонкої плівки. Однак, як видно з представленої вище опису процесу, умови набризкування будуть впливати на характер утворення мастильної плівки, і за певних умов ( $We > 30$ ), мастильна плівка може зовсім не утворюватися на поверхні і всю кількість рідкого засобу буде повністю відображено від поверхні.

40 Таким чином, для утворення мастильної плівки, важливо вказати умови, при яких рідкий засіб подається набризкуванням або у вигляді аерозолі на ріжуче лезо інструменту і деталі. З метою утворення тонкої плівки раціональним буде подати рідкий засіб для зниження тертя при  $We < 10$ .

45 На фіг.6 показана зміна температури поверхні при взаємодії краплі рідини з поверхнею з високою температурою.

У початковий момент відбувається зниження температури поверхні. Це пов'язано з випаровуванням пристінного шару рідини. Далі спостерігається збільшення температури, пов'язане з утворенням парового шару. Даний момент відповідає періоду розтікання краплі по поверхні. У цей момент рідина відокремлена від поверхні шаром пари.

50 Подальше зниження температури пов'язано з періодом повернення рідини до першопочаткової форми. У цей період, очевидно, відбувається розрив парового шару і рідина більше контактує з поверхнею. Цьому періоду характерні коливання температури поверхні, пов'язані з постійними розривами і відновленням парового шару.

55 Найменше зниження температури поверхні досягається в момент відскакування краплі від поверхні. Потім відбувається збільшення температури поверхні, пов'язане з тим, що на поверхні відсутня рідина.

У прототипі не вказані умови, за яких рідкий засіб для охолодження подається в зону різання.

60 Так, якщо згідно з прототипом рідкий засіб для охолодження буде поданий за умови відповідної, наприклад,  $We < 10$ , то процес теплообміну буде носити коливальний характер.

Температура поверхні буде то збільшуватися, то зменшуватися. Це призведе до збільшення термонапруженості. Негативна роль термонапруженості для працездатності різального інструмента загальновідома [7]. Крім того, в цьому випадку поверхню із високою температурою (ріжучого інструмента і заготовки) буде відділена від рідини шаром пари, тобто не буде ефективного теплообміну.

Для підвищення ефективності охолодження, необхідно забезпечити такі умови, які б виключали коливання температури поверхні. Наприклад, зниження температури поверхні за рахунок випаровування, виключення періоду стікання краплі, відскакування краплі від поверхні. Цим умовам відповідає режим  $We > 80$ .

Фіг.1. Процес взаємодії краплі рідини з поверхнею при  $We = 1,4$ . Можна замітити повторювані моменти, що підтверджують факт, що крапля залишається на поверхні.

Фіг.2. Процес взаємодії краплі рідини з поверхнею при  $We = 1,4$ . На основі методів 3-и мірного моделювання і експериментальних даних можна оцінити час протікання кожного періоду процесу взаємодії. Наприклад, утворення дископодібної форми відбувається протягом 8 мс. Крапля може знаходитися на поверхні нескінченно довгий час.

Фіг.3. Процес взаємодії краплі рідини з поверхнею при  $We = 15$ . Можна відзначити, що крапля рідини відскакує від поверхні. Також можна оцінити час протікання кожного періоду процесу. Наприклад, утворення дископодібної форми відбувається швидше, ніж у першому випадку - протягом 3 мс. Крапля знаходиться на поверхні протягом 10-15мс.

Фіг.4. Процес взаємодії краплі рідини з поверхнею при  $We = 70$ . Можна відзначити що крапля рідини при відскакуванні від поверхні розпадається. Також можна оцінити час протікання кожного періоду процесу. Наприклад, утворення дископодібної форми відбувається швидше, ніж у перших двох випадках - протягом 2-2,5 мс. Крапля знаходиться на поверхні протягом 8-10 мс.

Фіг.5. Процес взаємодії краплі рідини з поверхнею при  $We = 180$ . Можна відзначити що відсутній період «повернення» рідини, крапля розпадається відразу після розтікання в дископодібну форму. Також можна оцінити час протікання кожного періоду процесу. Наприклад, утворення дископодібної форми відбувається дуже швидко - протягом 1,5 мс. Крапля знаходиться на поверхні не більше 3 мс.

#### Джерела інформації

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/ Под ред.С.Г.Энтелиса, Э.М.Берлинера. - М. Машиностроение, 1986. 352 с.
2. Промислова власність. Офіційний бюллетень № 5, 2000 (прототип.копия прилагается).
3. Fukai J., Zhao Z., Poulikanos D., Megaridis C. M. Modeling of the deformation of a liquid droplet impinging upon a flat surface. Physics of fluids A 5, 2588 (1993).
4. Wachters L. H. J., Westerling N. A. J. The heat transfer from a hot wall to impinging water drops in the spheroidal state. Chem.Eng.Sci. 21,1047 (1966).
5. Yang Ge, L.S.Fan Three-dimensional simulation of impingement of liquid droplet on a flat surface in the Leidenfrost regime. Physics of fluids, 17, (2005).
6. Karl A., Frohn A. Experimental investigation of interaction processes between droplets and hot walls. Physics of fluids 12,4, (2000).
7. Остафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента. М. Машиностроение, 1979,168 с.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб змащування та охолодження різальних лез інструмента та/або заготовок у процесі обробки металу різанням, при якому на оброблювану заготовку та/або лезо ріжучого інструмента подають шляхом набризкування або у вигляді аерозолі, по окремих лініях подачі, рідкий засіб для зниження тертя між ріжучим інструментом і заготовкою або стружкою і рідкий засіб для охолодження ріжучого інструмента, заготовки, тримача різального інструмента та стружки, в кількості, розмірній витраті кожного засобу в процесі роботи, таким чином, що не залишається надлишок засобу і виключається необхідність його збору, рециркуляції та повторного використання, який **відрізняється** тим, що як кількісну характеристику умов подання кожного засобу в напрямку зони різання використовують безрозмірний критерій Вебера

$$We = \frac{\rho d v^2}{\sigma},$$

де  $\rho$  - щільність рідини, кг/м³;

$\sigma$  - коефіцієнт поверхневого натягу рідини, Н/м²;

$d$  - діаметр краплі, м;

$v$  - швидкість падіння краплі, м/с;

при цьому рідкий засіб для зниження тертя наносять за  $We < 10$ , а рідкий засіб для охолодження при  $We > 80$ .

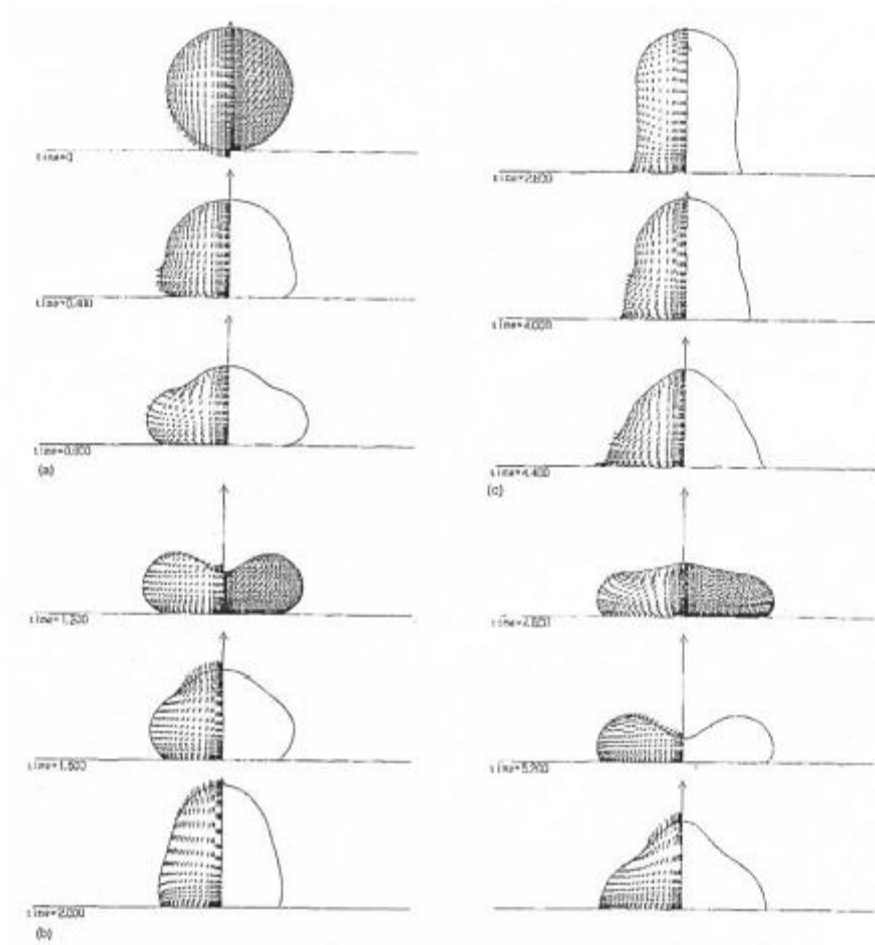
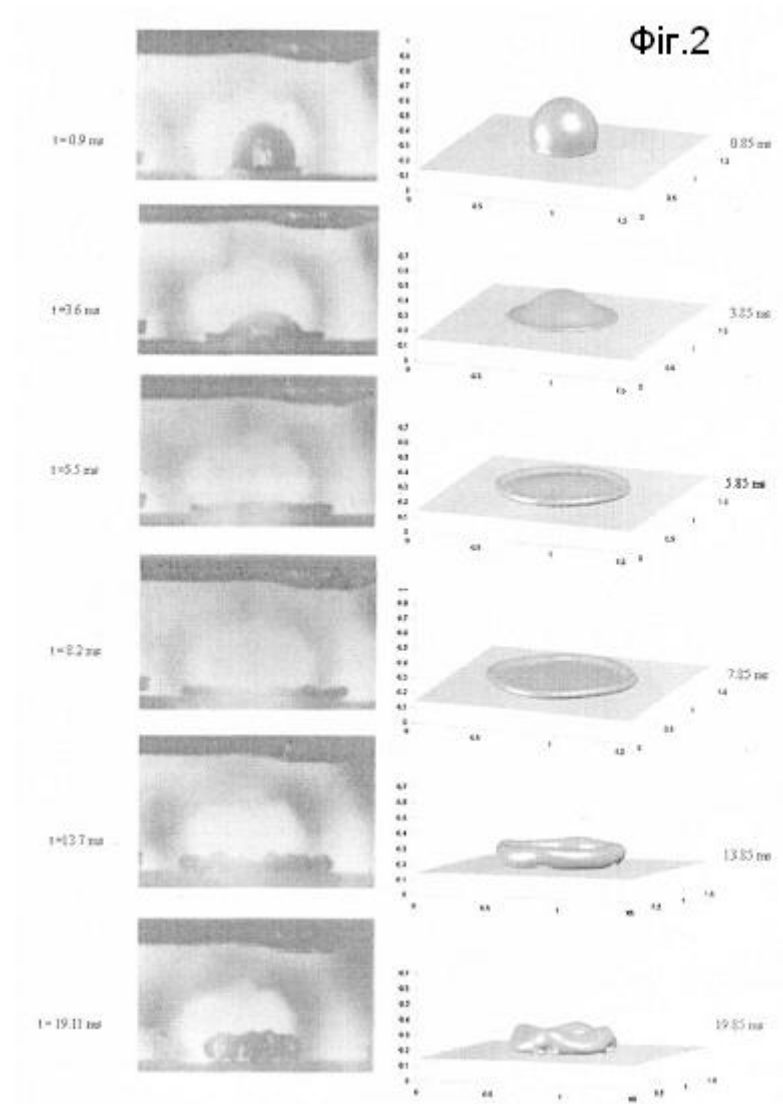
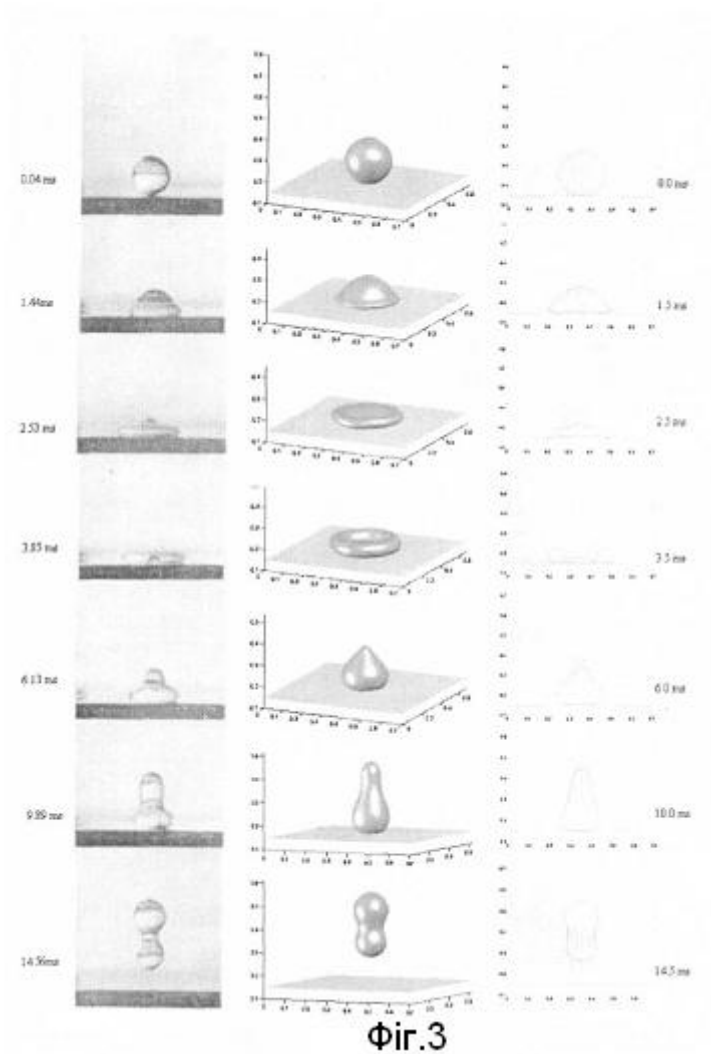


Fig.1







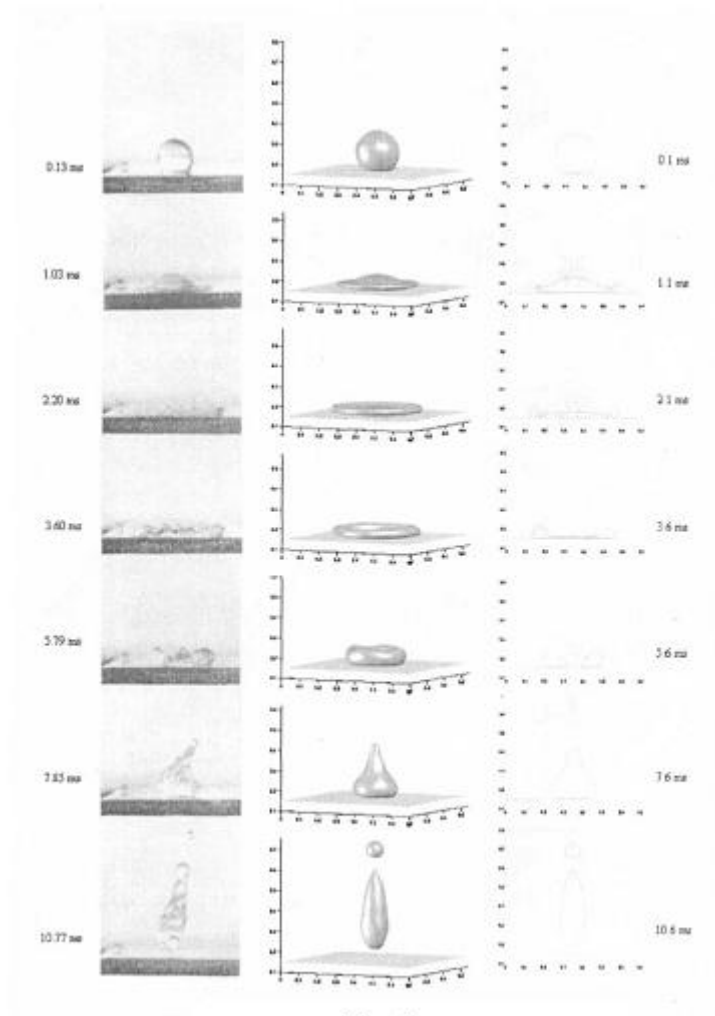


Fig.4

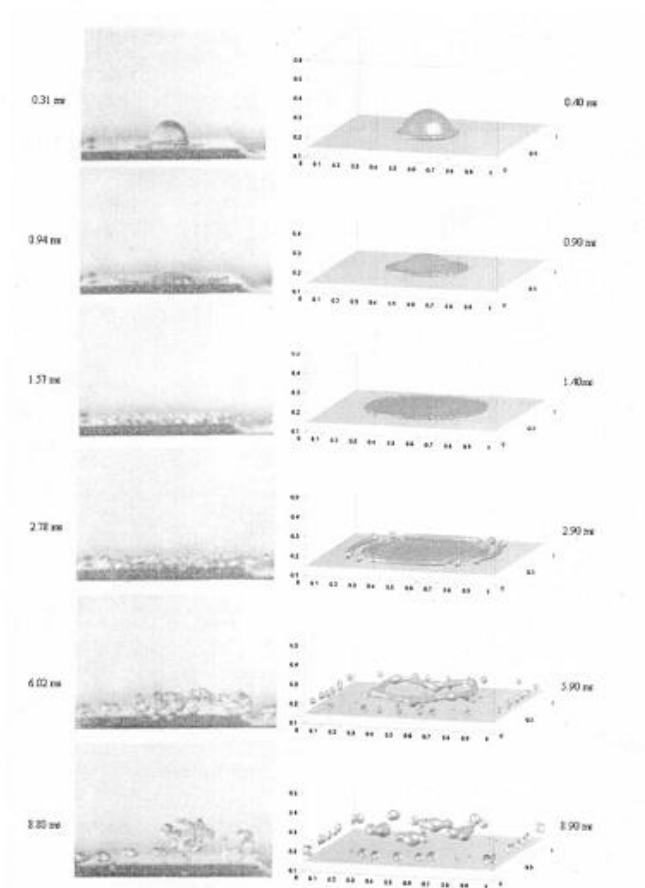


Fig.5

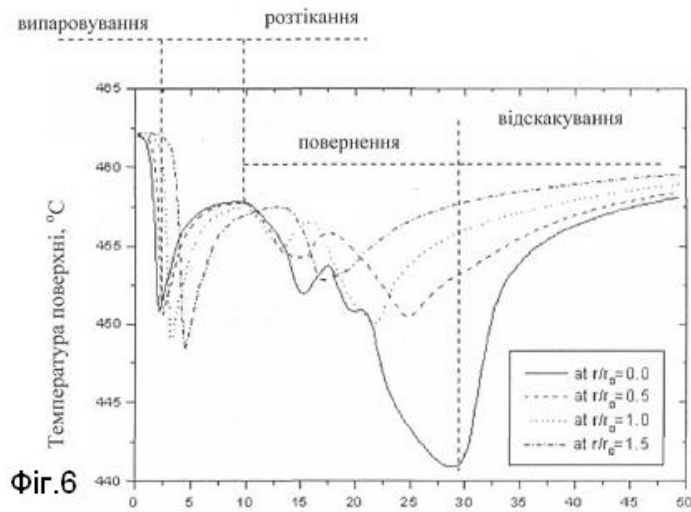


Fig.6

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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