



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108418** (13) **C2**  
(51) МПК (2015.01)  
**B23B 1/00**

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

- (21) Номер заявки: **а 2013 09694**  
(22) Дата подання заявки: **05.08.2013**  
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **27.04.2015**  
(41) Публікація відомостей про заявку: **10.02.2015, Бюл.№ 3**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **27.04.2015, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):  
**Кравченко Максим Павлович (UA),  
Полонський Леонід Григорович (UA),  
Ночвай Володимир Матвійович (UA),  
Щехорський Анатолій Йосипович (UA),  
Козаков Олексій Сергійович (UA),  
Дажук Олександр Іванович (UA),  
Радчук Юрій Леонідович (UA)**

(73) Власник(и):  
**ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,**  
вул. Черняхівського, 103, м. Житомир,  
10005 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:  
UA 45791 U, 25.11.2009  
UA 95566 C2, 10.08.2011  
UA 100332 C2, 10.12.2012  
UA 51007 U, 25.06.2010  
UA 5507 C1, 28.12.1994  
RU 2026771 C1, 20.01.1995  
SU 1085673 A, 15.04.1984  
SU 1748956 A1, 23.07.1992  
US 4170726 A, 09.10.1979  
US 4533812 A, 06.06.1985

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЗАДАНОЇ ШОРСТКОСТІ ОБРОБЛЕНИХ РІЗАННЯМ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ ІЗ ГАЗОТЕРМІЧНИМИ НАПИЛЕНИМИ ПОКРИТТЯМИ**

**(57) Реферат:**

Спосіб отримання заданої шорсткості оброблених різанням поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями характеризується тим, що обробляють еталонний зразок, знімаючи покриття зі зразка за кількість проходів, що дорівнює частці від ділення величини товщини покриття на величину глибини різання, яку вибирають мінімально можливою для використовуваного при обробці обладнання і кратною величині товщини покриття, після кожного проходу вимірюють шорсткість обробленої поверхні, потім розраховують величину припуску, при знятті якого було отримано найменше значення шорсткості обробленої поверхні, і приймають цей припуск для обробки покриттів даної товщини, далі визначають залежність шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання та подачі шляхом проведення додаткового стандартного багатofакторного експерименту з обробки різанням за один прохід тим же інструментом із глибиною різання, що дорівнює величині прийнятого припуску, змінюючи швидкість різання та подачу, аналогічного еталонного зразка, після чого, підставляючи в отриману залежність величини заданої шорсткості й прийнятих подачі або швидкості різання, знаходять відповідно швидкість різання або подачу, дотримання яких забезпечить отримання заданої шорсткості при обробці різанням за один прохід поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями даної товщини.

UA 108418 C2



Винахід належить до галузі машинобудування і може бути використаний у технологіях обробки різанням виробів із газотермічними напиленими покриттями (тигельними, газополумєневими, електродуговими тощо).

Відомий спосіб отримання заданої форми та шорсткості внутрішньої поверхні гільзи циліндрів двигунів [1], згідно якого задану шорсткість отримують за рахунок використання енергії лазерного променя, поздовжня швидкість подачі якого і частота обертання гільзи описуються відповідними виразами. Він передбачає використання лазерної установки і формування заданої шорсткості за рахунок наведення лазерним променем полів температури і напружень.

Але вказаний спосіб дозволяє отримувати задану шорсткість лише внутрішньої поверхні гільзи циліндрів двигунів.

Таким чином, у виявленого відомого способу і способу винаходу немає збігу призначень. Співпадають функції способів (отримання заданої шорсткості), однак, зазначена функція застосовується до різних типів поверхонь. Отже, вказаний спосіб не може бути обраний як аналог способу винаходу.

В основу винаходу поставлена задача створення способу отримання заданої шорсткості оброблених різанням поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що обробляють еталонний зразок, знімаючи покриття зі зразка за кількість проходів, що дорівнює частці від ділення величини товщини покриття на величину глибини різання, яку вибирають мінімально можливою для використовуваного при обробці обладнання і кратною величині товщини покриття, після кожного проходу вимірюють шорсткість обробленої поверхні, потім розраховують величину припуску, при знятті якого було отримано найменше значення шорсткості обробленої поверхні, і приймають цей припуск для обробки покриттів даної товщини, далі визначають залежність шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання та подачі шляхом проведення додаткового стандартного багатофакторного експерименту з обробки різанням за один прохід тим же інструментом із глибиною різання, що дорівнює величині прийнятого припуску, змінюючи швидкість різання та подачу, аналогічного еталонного зразка, після чого, підставляючи в отриману залежність величини заданої шорсткості й прийнятих подачі або швидкості різання, знаходять відповідно швидкість різання або подачу, дотримання яких забезпечить отримання заданої шорсткості при обробці різанням за один прохід поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями даної товщини.

Відомо, що товщина газотермічних напилених покриттів не перевищує 2,5 мм [2, с. 21, табл. 1.5], а найпоширеніша практика обробки різанням виробів із газотермічними напиленими покриттями - це точіння, свердлування, фрезерування, шліфування тощо за декілька проходів [3, с 262, табл. 136].

Також відомо, що показники шорсткості газотермічних напилених покриттів по товщині змінюються з виокремленням трьох прошарків: верхнього - з погіршеними значеннями показників шорсткості; середнього - зі стабільними екстремальними (найліпшими) значеннями показників шорсткості; нижнього - з погіршеними значеннями показників шорсткості [4].

Отже, якщо експериментально визначити місце розташування всередині покриття певної товщини поверхні з найліпшим значенням показника шорсткості, то далі можна формувати робочу поверхню виробу із газотермічними напиленими покриттями шляхом обробки різанням за один прохід. Це можна робити інструментами з робочою частиною з полікристалічних надтвердих матеріалів, зокрема, композиту 10 і кибориту, які дозволяють, забезпечуючи необхідні показники якості (зокрема, й шорсткість), високопродуктивно здійснювати остаточну обробку з глибинами різання, тотожними товщині покриттів [5, с 86]. Крім цього, варіюючи режими різання при обробці, можна експериментально визначити ті швидкість і подачу, дотримання яких забезпечить отримання цієї поверхні з заданою шорсткістю.

Таким чином, спосіб, що пропонується, дозволяє робочі поверхні виробів із газотермічними напиленими покриттями обробляти різанням за один прохід і формувати їх у прошарку зі стабільними екстремальними (найліпшими) значеннями показників шорсткості, отримуючи при цьому задане значення шорсткості.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

- Фіг. 1. Еталонний зразок із газотермічним напиленим покриттям.

- Фіг. 2. Газотермічне напилене покриття товщиною  $h$  у перерізі: А - прошарок із погіршеними значеннями показників шорсткості; Б - прошарок зі стабільними екстремальними (найліпшими) значеннями показників шорсткості; В - прошарок із погіршеними значеннями показників шорсткості.



- Фіг. 3. Схема обробки еталонного зразка з метою визначення оптимального припуску, зняття якого забезпечує формування обробленої поверхні з найліпшою шорсткістю.
  - Фіг. 4. Схема вимірювання шорсткості послідовно оброблених поверхонь еталонного зразка з метою визначення оптимального припуску, зняття якого забезпечує формування обробленої поверхні з найліпшою шорсткістю (вигляд А на Фіг. 3).
  - Фіг. 5. Схема обробки різанням за один прохід аналогічного еталонного зразка при проведенні додаткового стандартного багатофакторного експерименту для визначення залежності шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання та подачі.
- Заявлений спосіб отримання заданої шорсткості оброблених різанням поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями (робочих поверхонь) виконують у такій послідовності.
1. Еталонний зразок (Фіг. 1) із товщиною покриття  $h$  (Фіг. 2) обробляють згідно схеми (Фіг. 3), знімаючи покриття зі зразка за кількість проходів  $N$ , що дорівнює частці від ділення величини товщини покриття на величину глибини різання  $t$ , яку вибирають мінімально можливою для використовуваного при обробці обладнання і кратною величині товщини покриття.
  2. Після кожного проходу вимірюють шорсткість  $Ra_1, Ra_2, Ra_3, \dots, Ra_N$  (Фіг. 3, 4) послідовно оброблених поверхонь еталонного зразка.
  3. Розраховують величину припуску  $Z$ , при знятті якого було отримано найменше значення шорсткості обробленої поверхні.
  4. Приймають цей припуск для обробки покриттів даної товщини.
  5. Визначають залежність шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання та подачі шляхом проведення додаткового стандартного багатофакторного експерименту з обробки різанням за один прохід тим же інструментом із глибиною різання  $t_1$ , що дорівнює величині прийнятого припуску, змінюючи швидкість різання  $V$  та подачу  $S$ , аналогічного еталонного зразка (Фіг. 5).
  6. Підставляючи в отриману залежність величини заданої шорсткості й прийнятих подачі або швидкості різання, знаходять відповідно швидкість різання або подачу, дотримання яких забезпечить отримання заданої шорсткості при обробці різанням за один прохід поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями даної товщини.
- Приклад
- Виготовляють еталонний зразок  $\varnothing 45$  мм із газополуменевим напиленим покриттям із порошку ПГ-12Н-01 (ТУ 48-4206-158-82, ВАТ "Торезтвердосплав", м. Торез Донецької обл.). Товщина покриття  $h=1,5$  мм. Технічними вимогами задано шорсткість обробленої поверхні  $Ra=1,0$  мкм. Приймають мінімальну глибину різання  $t=0,1$  мм для обробки різанням покриття за кількість проходів  $N$ . Визначають  $N$  діленням величини товщини покриття  $h$  на величину глибини різання  $t$ :
- $$N=h/t=1,5/0,1=15 \text{ (проходів).}$$
- На верстаті мод. 16K20Ф3 послідовно (за 15 проходів) на режимах різання  $V=1,5$  м/с,  $S=0,1$  мм/об (дані режими рекомендовані низкою досліджень зокрема, [6, с. 155-182, 427-440]) знімають покриття різцем із механічним кріпленням круглої пластини  $\varnothing 7 \times 3,18$  мм із надтвердого матеріалу на основі кубічного нітриду бору - кибориту - з геометричними параметрами різальної частини: задній кут  $\alpha = 6^\circ$ , передній кут  $\gamma = -6^\circ$  (інструмент і його геометричні параметри також вибрані згідно рекомендацій вищезгаданих досліджень). Після кожного з 15 проходів вимірюють шорсткість обробленої поверхні. Дані заносять до табл. 1

Таблиця 1

Номер проходу N

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Параметр шорсткості Ra, мкм														
Ra <sub>1</sub>	Ra <sub>2</sub>	Ra <sub>3</sub>	Ra <sub>4</sub>	Ra <sub>5</sub>	Ra <sub>6</sub>	Ra <sub>7</sub>	Ra <sub>8</sub>	Ra <sub>9</sub>	Ra <sub>10</sub>	Ra <sub>11</sub>	Ra <sub>12</sub>	Ra <sub>13</sub>	Ra <sub>14</sub>	Ra <sub>15</sub>
2,12	1,56	1,72	1,96	1,34	0,76	0,48	0,52	0,69	0,96	0,85	0,79	1,09	1,19	1,24

- Найменша шорсткість спостерігається після 7-го проходу. Тому для обробки газополуменевого напиленого покриття ПГ-12Н-01 товщиною 1,5 мм приймають припуск  $Z = 0,7$  мм.
- Проводять, змінюючи швидкість різання та подачу у межах  $V=(1,32-2,44)$  м/с;  $S=(0,04-0,16)$  мм/об, додатковий стандартний багатофакторний експеримент із обробки різанням за один прохід тим же інструментом із глибиною різання  $t_1=Z=0,7$  мм аналогічного еталонного зразка для визначення залежності  $Ra=f(V, S)$ .



Матриця планування експерименту має наступний вигляд (табл. 2).

Таблиця 2

№ п/п	Матриця планування		Робоча матриця		T <sub>1</sub> = Z, мм	Ra, мкм
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	V, м/с	S, мм/об		
1	-	-	1,48	0,06	0,7	0,64
2	+	-	2,28	0,06		0,55
3	-	+	1,48	0,14		1,25
4	+	+	2,28	0,14		1,15
5	0	+ 1,41	1,88	0,16		1,25
6	0	-1,41	1,88	0,04		0,52
7	+1,41	0	2,44	0,10		0,92
8	-1,41	0	1,32	0,10		1,12
9	0	0	1,88	0,10		1,02

Результатом даного експерименту є залежність:

$$Ra = 0,9608 - 6,0281 \times 10^{-4} \times V^{1,5} + 0,1996 \times V^{0,9} \times S^{1,2} - 58,4467 \times S^{2,6} \quad (1)$$

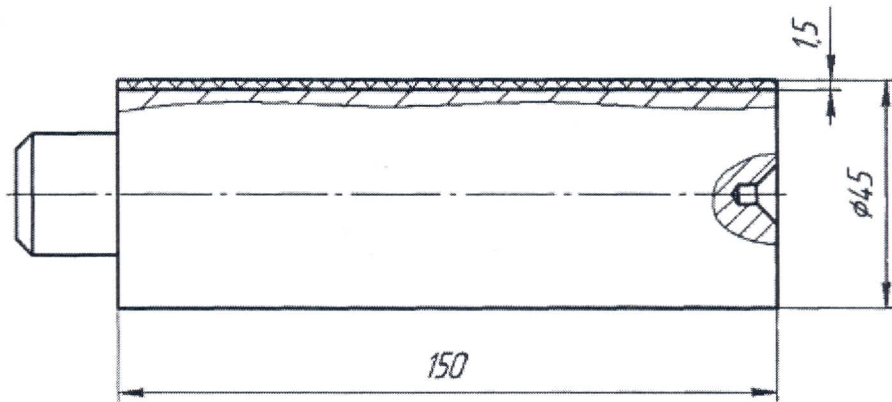
Підставляючи в (1) задані технічними вимогами величини шорсткості поверхні Ra=1,0 мкм і прийнятої подачі S=0,08 мм/об, визначають швидкість різання V. Ця швидкість різання V=0,72 м/с. Дотримання її при обробці різанням за один прохід із t<sub>1</sub>=Z=0,7 мм виробів із газополумєновими напиленими покриттями з порошку ПГ-12Н-01 товщиною h=1,5 мм забезпечить отримання заданої технічними вимогами шорсткості обробленої поверхні Ra=1,0 мкм.

Джерела інформації:

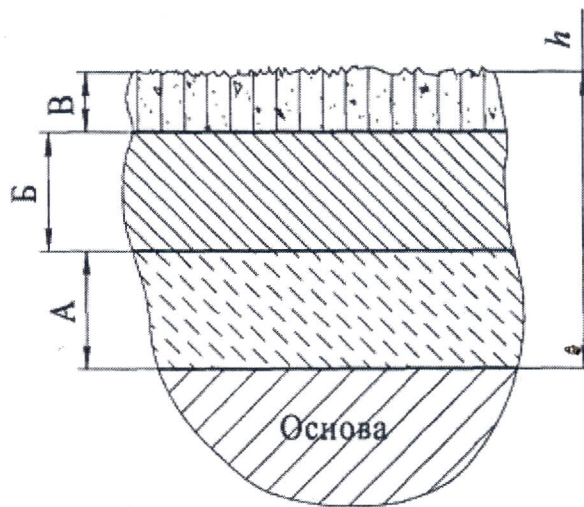
1. Деклараційний патент України на корисну модель №45791, МПК: F163 1/00. Спосіб отримання заданої форми та шорсткості внутрішньої поверхні гільзи циліндрів двигунів / А.В. Аулін, С.В. Лисенко, Д.В. Голуб та ін.; заявник і власник патенту Кіровоградський національний технічний університет. - № u200906134; заявл. 15.06.2009; опубл. 25.11.2009. - Бюл. №22.
2. Пилипенко О.М. Вібраційна обробка газотермічних покриттів. - Черкаси: Сіяч, 2000. - 203 с
3. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. - М: Колос, 1981. - 351 с.
4. Патент України 95566, МПК: B23B 1/00. Спосіб визначення оптимального припуску на механічну обробку виробів з газотермічними покриттями / Л.Г. Полонський, М.П. Кравченко, О.Г. Лошенко, Н.С. Машовець; заявник і власник патенту ЖДТУ. - № a201006199; заявл. 21.05.2010; опубл. 10.08.2011. - Бюл. № 15.
5. Лезвийный инструмент из сверхтвёрдых материалов: Справ. / Н.П.Винников, А.И.Грabenко, Э.И. Гриценко и др.; Под общ. ред. акад. АН УССР Н.В. Новикова. - К.: Техника, 1988. - 118 с.
6. Харламов Ю.А., Будагьянц Н.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин: Учеб. пособ. в 2 т. - Луганск: Изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им. В. Даля, 2003. - Т. 2. - 480 с.

#### ФОРМУЛА ВНАХОДУ

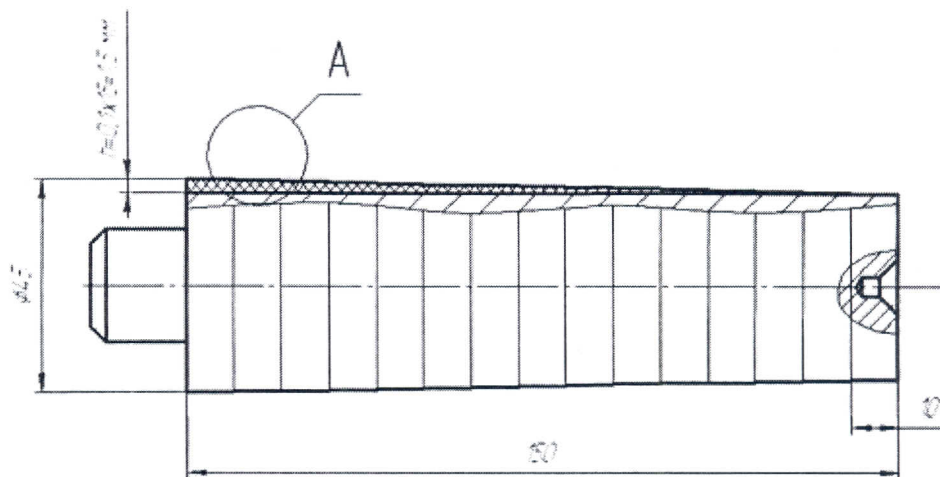
Спосіб отримання заданої шорсткості оброблених різанням поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями, який характеризується тим, що обробляють еталонний зразок, знімаючи покриття зі зразка за кількість проходів, що дорівнює частці від ділення величини товщини покриття на величину глибини різання, яку вибирають мінімально можливою для використовуваного при обробці обладнання і кратною величині товщини покриття, після кожного проходу вимірюють шорсткість обробленої поверхні, потім розраховують величину припуску, при знятті якого було отримано найменше значення шорсткості обробленої поверхні, і приймають цей припуск для обробки покриттів даної товщини, далі визначають залежність шорсткості обробленої поверхні від швидкості різання та подачі шляхом проведення додаткового стандартного багатофакторного експерименту з обробки різанням за один прохід тим же інструментом із глибиною різання, що дорівнює величині прийнятого припуску, змінюючи швидкість різання та подачу, аналогічного еталонного зразка, після чого, підставляючи в отриману залежність величини заданої шорсткості й прийнятих подачі або швидкості різання, знаходять відповідно швидкість різання або подачу, дотримання яких забезпечить отримання заданої шорсткості при обробці різанням за один прохід поверхонь виробів із газотермічними напиленими покриттями даної товщини.



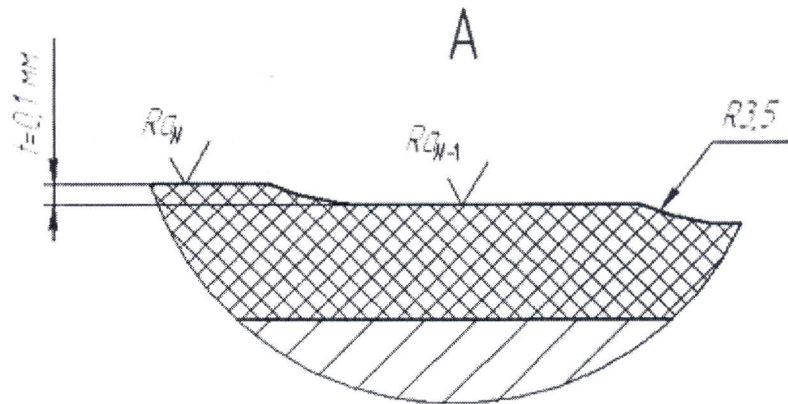
Фиг. 1



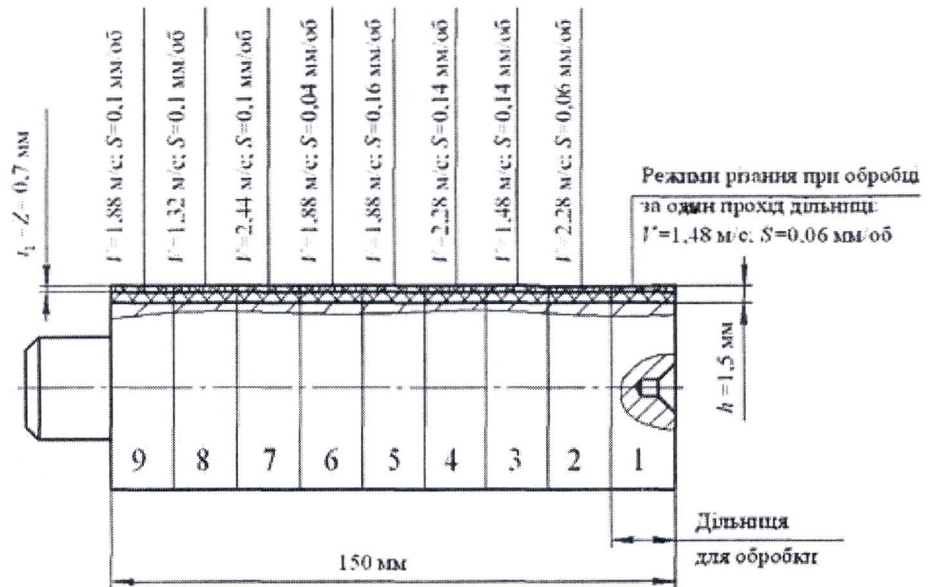
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5