



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67147 (13) U
(51) МПК (2012.01)
B24B 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ШЛІФУВАННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ДВОМА АЛМАЗНИМИ КРУГАМИ

1

2

(21) u201105804

(22) 10.05.2011

(24) 10.02.2012

(46) 10.02.2012, Бюл.№ 3, 2012 р.

(72) КАЛЬЧЕНКО ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, КАЛЬЧЕНКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГОРОВОЙ ПАВЛО СЕРГІЙОВИЧ

(73) КАЛЬЧЕНКО ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, КАЛЬЧЕНКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГОРОВОЙ ПАВЛО СЕРГІЙОВИЧ

(57) 1. Спосіб шліфування криволінійних поверхонь лопаток газотурбінних двигунів повздовжніми стрічками, при якому переміщення шліфувального круга і оброблювальної деталі відбувається за умови суміщення нормалей інструмента та оброблювальної поверхні в точках лінії контакту, який **відрізняється** тим, що обробка ведеться послідовно двома алмазними кругами: кругом більшого діаметра оброблюється частина внутрішнього профілю, радіус кривизни якої не менше радіуса інструмента, а також перехідні кромки та зовнішній профіль деталі, кругом, радіус якого не більше $\frac{3}{4}$

мінімального радіусу кривизни поверхні деталі, оброблюється ділянка увігнутого профілю, на якій не відбулося шліфування кругом більшого діаметра.

2. Спосіб шліфування криволінійних поверхонь лопаток газотурбінних двигунів за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що подача на стрічку вибирається в залежності від потрібної шорсткості та визначається з виразу

$$S_0 = 2 \cdot R_1 \cdot \sqrt{2 - \frac{(R_1 \pm r)^2 + (R_1 \pm H)^2 - r^2}{(R_1 \pm r) \cdot (R_1 \pm H)}}$$

де S_0 - подача точки контакту круга з виробом на стрічку;

R_1 - радіус кривизни твірної на ділянці профілю деталі;

r - радіус круга;

H - висота мікронерівностей;

знаки «+» або «-» приймаються відповідно при обробці опуклого або увігнутого профілю деталі.

Корисна модель належить до металообробки та може бути використана в машинобудуванні при обробці лопаток газотурбінних двигунів.

Відомий спосіб шліфування криволінійних поверхонь турбінних лопаток абразивною стрічкою за допомогою робота з ЧПК РМ-01, при якому обробка ведеться повздовжніми стрічками (Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кологойда А.В., Кириенко С.Ю. Шлифование криволинейных поверхностей лопаток газотурбинных двигателей абразивной лентой при помощи робота с ЧПУ РМ-01. / Вестник двигателестроения №3/2011, Запорожье, ОАО "Мотор Сич", с.80-86).

До недоліків даного способу належить низька стійкість абразивної стрічки, низька жорсткість промислового робота та можливість застосування способу лише на фінішних операціях обробки.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб шліфування турбінних лопаток шліфувальним кругом, який переміщується по еквідистанті профілю лопатки, при якому круг вибирається з умови, що його радіус не повинен перевищувати мінімального радіуса кривизни профілю деталі (а.с. 1138298 СССР МКИ B24B19/14, 07.02.85 Бюл. №5).

Недоліками даного способу є зменшення продуктивності обробки за рахунок використання шліфувального круга малого радіуса та можливість застосування способу лише для фінішного шліфування.

Задача корисної моделі - підвищення продуктивності обробки криволінійних поверхонь лопаток газотурбінних двигунів і створення можливості як чистового, так і чорнового та напівчистового шліфування.

(13) U

(11) 67147

(19) UA

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що переміщення шліфувального круга і оброблювальної деталі відбувається за умови суміщення нормалей інструмента та оброблювальної поверхні в точках лінії контакту, і обробку пропонується проводити двома алмазними кругами: кругом більшого діаметра оброблюється частина внутрішнього профілю, радіус кривизни якої не менше радіуса інструмента, а також перехідні кромки та зовнішній профіль деталі, кругом, радіус якого не більше - мінімального радіуса кривизни поверхні деталі, оброблюється ділянка увігнутого профілю, на якій не відбулося шліфування кругом більшого діаметра.

А крім цього, з метою підвищення продуктивності обробки, подача на стрічку вибирається в залежності від потрібної шорсткості та визначається з виразу:

$$S_0 = 2 \cdot R_1 \cdot \sqrt{2 - \frac{(R_1 \pm r)^2 + (R_1 \pm H)^2 - r^2}{(R_1 \pm r) \cdot (R_1 \pm H)}} \quad (1)$$

де S_0 - подача точки контакту круга з виробом на стрічку;

R_1 - радіус кривизни твірної на ділянці профілю деталі;

r - радіус круга;

H - висота мікронерівностей;

знаки «+» або «-» приймаються відповідно при обробці опуклого або увігнутого профілю деталі.

На Фіг.1 показана схема обробки опуклого профілю деталі;

на Фіг.2 - схема обробки увігнутого профілю;

на Фіг.3 - схема обробки напрямної;

на Фіг.4 - розрахункова схема для визначення величини подачі точки контакту шліфувального круга з виробом на стрічку.

На фігурах 1, 2, 3, 4: 1 - деталь, 2 - шліфувальний круг, 3 - траєкторія руху центру інструмента; n - частота обертання шліфувального круга; I - початкове положення, II - кінцеве положення інструмента. На фігурах 1, 2: A, B - точки контакту інструмента та оброблювальної поверхні; O_{11} , O_{12} , O_{21} , O_{22} - точки, що відповідають положенню центра інструмента. На Фіг.3: S_n - повздовжня подача шліфувального круга; S_0 - подача точки контакту круга з виробом на стрічку; P - траєкторія руху інструмента. На Фіг.4: M - твірна; S_0 - подача точки контакту круга з виробом на стрічку; R_1 - радіус кривизни твірної на ділянці A_1A_2 профілю деталі; r - радіус круга; H - висота мікронерівностей; A_1 , A_2 - точки контакту інструмента та оброблювальної поверхні; O_1 , O_2 - точки, що відповідають положенню центру інструмента.

Обробка лопатки проводиться наступним чином.

Спочатку обробка ведеться шліфувальним кругом більшого діаметра (Фіг.1).

Обробка починається з підводу інструмента 2, який обертається із частотою n , до дотику із пове-

рхнею деталі 1 в точці B, при цьому положенню центра інструмента відповідає точка O_{11} (положення I). При чому повинна забезпечуватись умова суміщення нормалей круга та оброблюваної поверхні в точці дотику. Ця умова повинна зберігатися під час всієї обробки як великим кругом, так і під час обробки кругом малого діаметра.

Деталі надається повздовжня подача S_n , з якою інструмент рухається по траєкторії P (Фіг.3). В кінці повздовжнього ходу круг зміщується на величину подачі на стрічку S_0 (Фіг.3) в напрямі стрілки (Фіг.1). Після чого знову деталі надається повздовжня подача, але у протилежному напрямі. В кінці кожного повздовжнього ходу круг зміщується на величину S_0 .

Таким чином інструмент, рухаючись по еквідистантній траєкторії 3, проводить обробку всього профілю деталі, крім ділянки AB, та виходить в положення II, якому відповідають точки O_{12} та A (Фіг.1). Після чого шліфувальний круг більшого діаметра відводиться від деталі.

Діаметр меншого круга вибирається з умови нормального проходження криволінійної ділянки AB на увігнутому профілі деталі, тобто радіус інструмента не повинен перевищувати $\frac{3}{4}$ мінімального радіуса кривизни профілю на ділянці AB.

Обробка шліфувальним кругом меншого діаметра починається з підводу інструмента 2 у положення I, якому відповідають точка O_{21} та точка дотику A (Фіг.2).

Деталі надається повздовжня подача S_n , з якою інструмент рухається по траєкторії P (Фіг.3). В кінці повздовжнього ходу круг зміщується на величину подачі на стрічку S_0 (Фіг.3) в напрямі стрілки (Фіг.2). Після чого знову деталі надається повздовжня подача, але у протилежному напрямі. В кінці кожного повздовжнього ходу круг зміщується на величину S_0 .

Таким чином інструмент, рухаючись по еквідистантній траєкторії 3, проводить обробку ділянки AB увігнутого профілю деталі та виходить у положення II, якому відповідають точки O_{22} та B (Фіг.2). Після чого шліфувальний круг відводиться від деталі.

При обробці повздовжніми стрічками на твірній M деталі 1 утворюються мікронерівності висотою H (Фіг.4). Вони з'являються в результаті зміщення по еквідистанті 3 інструмента 2 на величину подачі на стрічку S_0 із положення I в положення II. Висота мікронерівностей H фактично є параметром шорсткості оброблювальної поверхні. На практиці часто вирішується задача знаходження подачі на стрічку S_0 для шліфування поверхні із витримкою вимог по заданій шорсткості. З метою підвищення продуктивності обробки і постійності заданого значення шорсткості, подача на стрічку S_0 визначається з виразу (1).

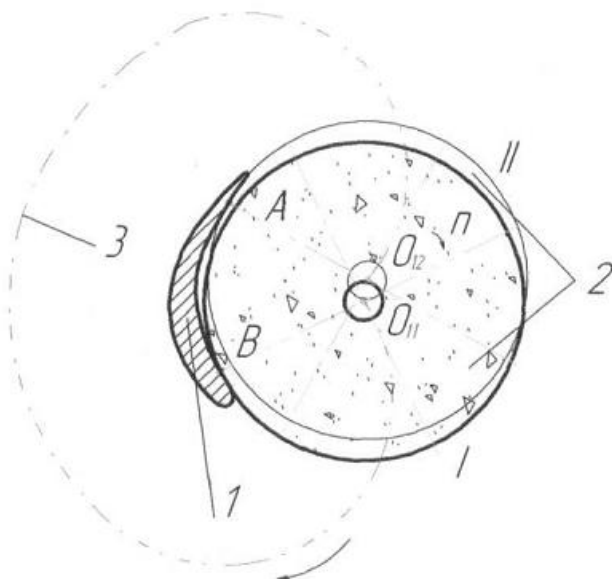


Fig. 1



Fig. 2

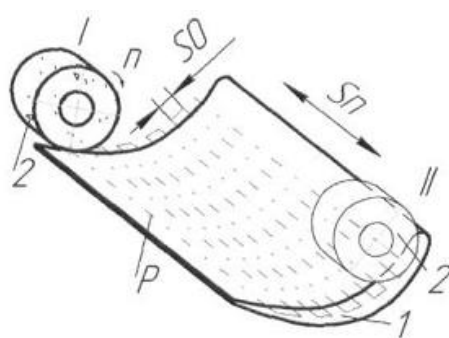


Fig. 3

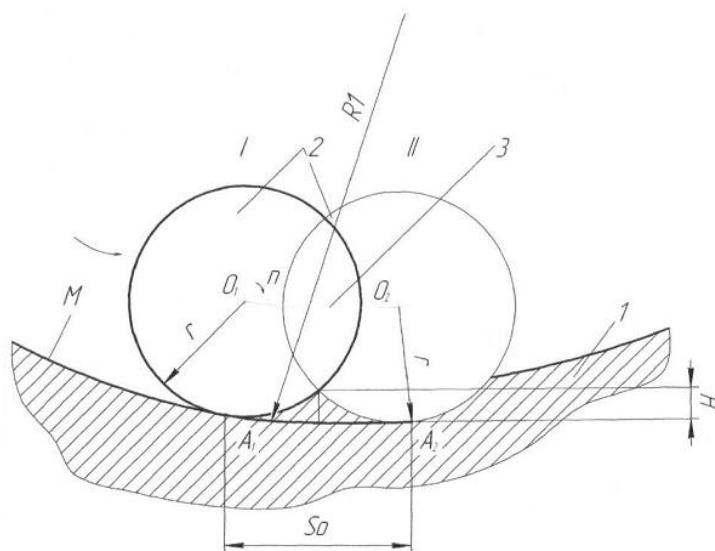


Fig. 4