

10. Карачун, В.В. Задачі супроводу і маскуванню рухомих об'єктів [Текст]: / В.В. Карачун, В.М. Мельник; НТУУ "КПІ". – Київ: "Корнійчук", 2011. – 264 с. – Бібліогр.: с. 261-263. – ISBN 978-966-7599-61-4.
11. Пономарев, Е. А. Инфразвуковые волны в атмосфере Земли (обзор) [Текст] / Е. А. Пономарев, А. И. Ерущенков // Изв. вузов. Радиофизика. – 1977. – 20, №12. – С. 1773-1789.
12. Гудков, А. И. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов. [Текст] / А. И. Гудков, П.С. Лешаков; ЦАГИ. – М.: Машиностроение, 1968. – 327 с. – Библиогр. 325-327.
13. Карачун, В.В. Проникающее акустическое излучение как фактор перехода инерциальных чувствительных элементов ГСП в импедансные. Смешанная краевая задача [Текст] / В.В. Карачун, В.Н. Мельник // Космічна наука і технологія, 2011. – Т. 17. № 2. – С. 22-31.
14. Мельник, В.Н. Особенности циклического нагружения оболочек [Текст] / В.Н. Мельник // Авиационно-космическая техника и технология. - 2007. № 8(44). – С. 56-59.

УДК 621.945.9.11

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПОЛІРУВАННЯ ПРОФІЛЮ ЛОПАТОК

О.Л. Кондратюк

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: (057) 733-78-26
E-mail: Kondr20071@i.ua

А.О. Скоркін

Аспірант, асистент*

*Кафедра металоріжучого обладнання і транспортних систем**

О.О. Литвинова

Кафедра інтегрованих технологій в машинобудуванні**
**Українська інженерно-педагогічна академія
вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003

Розглянуто роботу пристрою для полірування криволінійних поверхонь безкопирним способом, що базується на гіроскопічних властивостях тіл, що швидко обертаються

Ключові слова: гіроскоп, копир, полірування

Рассмотрена работа устройства для полирования криволинейных поверхностей бескопирным способом, который базируется на гироскопических свойствах быстро вращающихся тел

Ключевые слова: гироскоп, копир, полирование

The work of the device for curved surfaces burnishing by means of carbonless method, which is based on the gyroscopic properties of rapidly rotated solids is considered

Keywords: gyroscope, copier, burnishing

1. Вступ

Полірування потрібне для досягнення встановлених в конструкції лопаток параметрів шорсткості. Полірування здійснюється процесом різання абразивними зернами або процесом електролітичного розчинення. За характером приводу різальних інструментів процеси полірування підрозділяються на механічне полірування і абразивно-рідинне. Обидва види полірування отримали поширення в авіаційній промисловості.

Полірування здійснюється завдяки віброуючому руху лопатки між нерухомими абразивними стрічками, що притискаються до оброблюваних поверхонь робочої частини з певною механічною напругою. Абра-

зивні стрічки переміщуються протяжним устаткуванням подачі.

Абразивно-рідинне полірування (гідрополірування) застосовують для глянування. Воно проводиться в спеціальних камерах. Лопатки закріплюються в пристосуванні, пов'язаному з шпинделем бабки так, щоб поверхні хвостової частини, що не піддаються обробці, ізолювалися; після цього лопаткам надається обертання. Через форсунку на поліровану поверхню подається повітряна суміш рідини з абразивними зернами. Час полірування визначається експериментально; установки є дорогими пристроями.

Полірування на механізованих установках застосовується досить широко в практиці, особливо для лопаток середньої довжини і більше. Тут для

остаточної обробки профілю використовують абразивні круги різних характеристик і круги з повсті з нанесенням на їх периферію шарів абразиву. Установка включає шліфувальний шпиндель з приводом і пристрій для витягу абразивного пилю. Лопатка в робочій позиції підвішується на спеціальних стійках на рівні абразиву. Рух осевого подання лопатки, притискання до круга, а також кругове подання здійснюється вручну.

Обробка за вказаною схемою застосовується для шліфування і полірування профілю. Здійснення подань лопатки вручну призводить до прижогів, тріщин і спотворенню профілю за рахунок викривлення заготовки.

Якість остаточної обробки значною мірою залежить від досвіду верстатника, проте, нині відсоток операцій шліфування і полірування з використанням ручної праці дуже великий.

2. Опис принципової схеми пристрою

В усіх пристроях для фінішної обробки профілю лопаток, працюючих абразивами, використовуються копири та елементи зв'язку інструменту різального з копиром. Це істотно ускладнює конструкцію, знижує її надійність.

Нижче описана робота пристрою для полірування криволінійних поверхонь безкопирним способом. Робота пристрою базується на гіроскопічних властивостях швидкообертаючихся тіл. Зокрема, використовуються властивості гіроскопа, що має одну точку опори. Перш ніж перейти до опису схеми і роботи пристрою зупинимося на основних властивостях гіроскопа з однією точкою опори.

Гіроскоп з однією точкою опори є стержнем, закріпленим в кульовій опорі з можливістю в ній вільного обертання. На протилежному кінці стержня знаходиться крутень (маховик), виконаний у вигляді диска з рівномірно розподіленою масою. При сполученні обертання стержню з крутнем він набуває ряду властивостей, що є проявом дії інерційних сил.

Це наступні властивості:

— При обертанні стержня з крутнем він зберігає стійке положення у вертикальній площині, тобто кут між вертикальною віссю і стержнем дорівнює нулю. Міра стійкості стержня залежить від частоти його обертання і мас диска і стержня. Чим більше частота обертання, тим стійкіше положення стержня.

— Якщо вивести стержень з крутнем з вертикального положення і повідомити йому обертання то він теж при певних величинах кута і частоти обертання зберігатиме стійке положення, але при цьому додатково здійснюватиме круговий рух навколо вертикальної осі з певною швидкістю, що називається швидкістю прецесії.

— Якщо на шляху стержня з крутнем, що здійснює прецесійний рух, поставити перешкоду, то в місці контакту виникне сила притиснення крутня до перешкоди, яка прагнуть його перемістити і, у результаті поєднати вісь власного обертання стержня з крутнем з віссю прецесійного руху.

Принципова схема пристрою зображена на рис. 1. Основними складальними одиницями його являються: вузол закріплення полірованої лопатки 1 і робочий орган, що несе на собі інструмент, – полірувальний круг 2. Крім того, в конструкції передбачені приводи, що забезпечують взаємний рух лопатки і інструменту.

Зокрема, привід обертання лопатки, електродвигун, що включає, ремінну передачу. Привід осевого реверсивного переміщення лопатки для полірування усієї поверхні пера від хвоста до голівки. У ньому раціонально використати пневмоциліндр, як найбільш дешевий і такий, що забезпечує необхідний рух.

Робочий орган є валом, кінець якого поміщений в кульовому або сферичному підшипнику, що допускає відхилення шпинделя (валу) від вертикального положення на деякий кут. На протилежному кінці валу кріпиться еластичний круг.

Можливо також використання звичайного круга для виконання шліфувальної операції. У столі пристрою розміщений двигун приводу обертання робочого органу. Вал електродвигуна приводу круга і вал робочого органу з'єднуються пружною муфтою, що забезпечує передачу обертання, але в незначній мірі що обмежує рух робочого органу під дією інерційних сил.

Таким чином, дана схема реалізує гіроскоп з однією точкою опори.

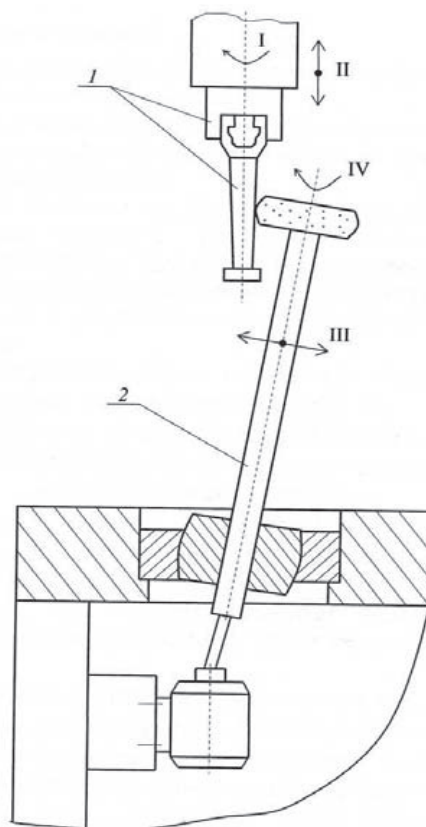


Рис. 1. Схема пристрою для полірування лопаток

Пристрій працює таким чином:

В початковому положенні полірувальний круг не обертається і робочий орган відводиться за допомогою рукоятки, наприклад, на деякий кут від вертикальної осі. Оператор закріплює лопатку за хвіст в спеціальному пристосуванні і включає приводи обертання і осьового руху лопатки (на схемі руху I і II). Далі робочий орган за допомогою рукоятки підводять до лопатки (рух III), що рухається, і потім шпинделя робочого органу повідомляють швидке обертання (рух IV). Робочий орган в цілому набуває властивостей гіроскопа з однією точкою опори.

При контакті полірованого круга з лопаткою виникає сила притиснення: робочий орган прагне зайняти вертикальне положення, але через контакт з лопаткою починає здійснювати прецесійний рух, при якому круг огинає переріз лопатки.

Оскільки лопатка здійснює осьовий рух, то лінія різі переміщується по гвинтовій траєкторії і цим забезпечується знімання металу з усієї поверхні. При цьому роль копира виконує сама оброблювана поверхня. Операція триває до тих пір, поки не буде досягнута необхідна якість обробки.

3. Висновки

Лопатки парових турбін відносяться до деталей із складною технологією виготовлення: вони виго-

товляються із важкооброблюваних високолегованих сталей, мають змінний переріз уздовж осі; крім того, переріз міняє кутове положення - закручування перерізу може доходити до 70°.

Процес остаточної обробки профілю робочої частини недостатньо автоматизований. Найавне устаткування: верстати, працюючі абразивним кругом, абразивними стрічками, електрофізичні верстати головним чином призначені для шліфування лопаток малого розміру.

Використовувані в енергомашинобудуванні верстати для остаточної обробки профілю лопаток складні по конструкції, є спеціальними або спеціалізованими верстатами, характеризуються труднощами в експлуатації, пов'язані з низькою стійкістю абразивів і незадовільною якістю абразивних стрічок.

Розробка простіших конструктивних схем устаткування для остаточної обробки профілю лопаток (шліфувальних і полірувальних верстатів) є проблемним питанням.

Запропонована конструктивна схема пристрою для полірування робочих поверхонь лопаток, побудована на основі гіроскопа з однією точкою опори. Інерційні сили, що виникають при обертанні шпинделя з кругом, забезпечують притискання круга до поверхні і тим самим сприяють зніманню металу і у результаті досягнення потрібної якості профілю.

Література

1. Бауман Н.Я. Технология производства паровых и газовых турбин. [Текст] / Бауман Н.Я., Яковлев М.И., Свечков И.Н. М.: Машиностроение, 1973, 464с.
2. Березкин В.В. Технология турбостроения. [Текст] / Березкин В.В. и др. Л.: Машиностроение, 1980, 720с.
3. Бобошкин А.Ф. Оптимизация ленточного шлифования профилятурбинных лопаток. [Текст] / Бобошкин А.Ф. и др. Л.: Машиностроение, 1988, 103с.
4. Горынин В.И. Заготовки лопаток турбин и компрессоровштампованные из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали. [Текст] / Горынин В.И. и др. Общие технические условия ОСТ 108.020.03-82, С-П, 2004, 11с.
5. Калинин Е.П. Обработка шлифованием профиля лопатоктурбомашин [Текст] / Калинин Е.П. и др. 1984, 350с.
6. Трояновский Б.М. Паровые и газовые турбины атомных электростанций. [Текст] Учеб. пособие для вузов / Трояновский Б.М., Филиппов Г.А., Булкин А.Е. - М.: Энергоатомиздат, 1985 - 256с., ил.
7. Шубенко-Шубин Л. А. Прочность паровых турбин. [Текст] / Шубенко-Шубин Л. А. и др. М.: Машиностроение, 1973, 449с.