

УДК 621.923

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОФИЛЬНОГО ГЛУБИННОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГТД

Светлана Владимировна Чернышева

магистр I года,

кафедра «Резание материалов, станки и инструменты» им. С. С. Силина

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А.

Соловьева

Научный руководитель: Н. В. Полуглазкова,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Резание материалов, станки и инструменты» им. С. С. Силина

Операции шлифования, являясь, как правило, заключительными этапами механической обработки, более всего ответственны за качество и надежность производимой продукции. Удельный вес шлифовальных операций в технологических процессах обработки деталей ГТД неуклонно возрастает. В тоже время основная тенденция существенного увеличения производительности процесса, при обеспечении высокого качества поверхности, присущего операциям шлифования, не получила развития при профильном шлифовании труднообрабатываемых авиационных материалов.

Изучение теоретических основ процесса профильного глубинного шлифования позволяет обоснованно подходить к выбору рациональных режимов шлифования, характеристик абразивного инструмента и других условий обработки. Моделирование процесса профильного глубинного шлифования, исследование качества поверхностного слоя, изучение требований, предъявляемых к специализированному станочному оборудованию и инструменту, позволяет сравнивать производительность различных методов шлифования и выявлять пути дальнейшего повышения производительности процесса.

Особенностью глубинного шлифования деталей, имеющих профильные поверхности, является изменение глубины обработки на разных проходах в пределах одной операции. В настоящее время требуется научное обоснование распределения припуска по проходам и методика определения режимов обработки с учетом геометрии профиля. Решение этой задачи возможно с помощью компьютерного моделирования.

В основе разработки комплексной модели может лежать технологическое управление качеством поверхностного слоя, точностью изготавливаемого профиля и т. д. Аналитический подход с использованием имитационных моделей является универсальным, и позволяет визуально исследовать образование микрорельефа при шлифовании деталей, определить влияние на его формирование характеристик круга и параметров рабочей поверхности [1]. В основе имитационного моделирования формирования поверхностного слоя при профильном глубинном шлифовании положен принцип формирования микропрофиля сечения обрабатываемой поверхности. Суть метода заключается в создании трехмерных моделей хвостовика лопатки (Рис. 1).

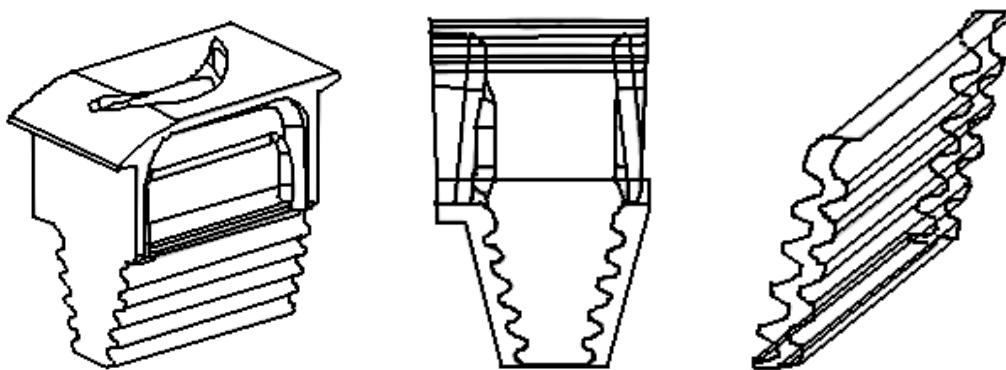


Рис. 1. Модели профиля елочного хвостовика

Из модели заготовки при операции ГШ вычитается модель абразивного круга, которая внедряется в заготовку на величину снимаемого припуска на исследуемом проходе в зависимости от глубины шлифования.

При моделировании схематизированный профиль шлифовальных кругов одновременно с двух сторон врезается в заготовку на глубину шлифования соответствующую данному проходу.

В зависимости от снимаемого припуска изменяются и другие параметры характерные для профильного шлифования. Сюда входят:

- изменяющаяся площадь контакта круга и детали;
- неодинаковый нагрев поверхностей;
- неоднородное качество поверхностного слоя.

Моделированием различных процессов при ГШ занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Так Сухов Е. И. занимался вопросами силовых и тепловых процессов при ГШ [2]. Моделированием процессами формирования качества поверхностного слоя занимался Волков Д. И. [3], он отмечает, что условия эксплуатации лопаток ГТД накладывают вполне определенные требования на параметры качества поверхностного слоя. Безъязычный В. Ф. [4], Суслов А. Г. [5] проводили исследования в области напряженного состояния поверхностей после ГШ, а также выносливости лопаток ГТД.

Все основные параметры процесса шлифования, в том числе производительность, определяются состоянием зоны контакта абразивного круга с деталью.

Для того чтобы учесть все особенности образования зоны контакта профильной поверхности заготовки и абразивного инструмента выполнялось компьютерное моделирование процесса профильного глубинного шлифования. Для этого можно использовать любую программу, позволяющую создавать 3D-модели, например, систему NX6.

Модули системы обладают всеми возможностями для формирования траекторий инструмента в соответствующих типах обработки.

В процессе работы был смоделирован процесс профильного глубинного шлифования "ёлочного" хвостовика лопатки ГТД.

Была создана твердотельная модель заготовки. Для облегчения моделирования использовалась только та часть заготовки, которая непосредственно относится к хвостовику лопатки, эта часть представляет собой клин (рис. 2).

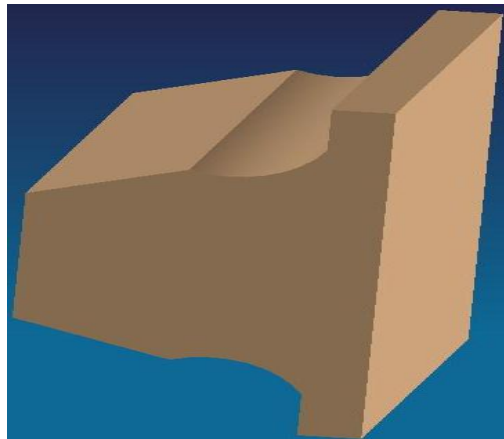


Рис. 2. Модель заготовки

Для процесса шлифования был выбран профилированный шлифовальный круг 24AF80G16V (24A10ПВМ212К5). Твердотельная модель профилированного шлифовального круга выглядит следующим образом (рис. 3).

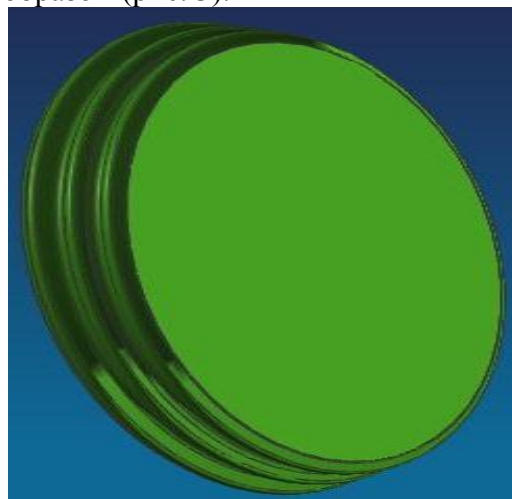


Рис. 3. Твердотельная модель шлифовального круга

Обработка заготовки производилась двумя профилированными шлифовальными кругами одновременно (рис. 4).

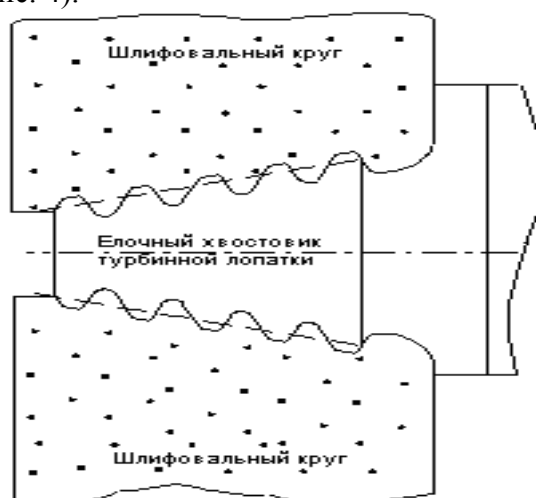


Рис. 4. Схема шлифования "ёлочного" хвостовика лопатки ГТД

Моделирование первого прохода при профильном глубинном шлифовании заготовки представлено на рис. 5, для увеличения наглядности изображен один шлифовальный круг.



Рис. 5. Модель первого прохода профильного глубинного шлифования

Имитацией первого прохода трехпроходного профильного глубинного шлифования, была получена модель зоны контакта в момент соприкосновения шлифовального круга с заготовкой (рис. 6).

Как видно из рисунка 6, при первом проходе не происходит полного образования профиля "ёлочного" хвостовика. В момент соприкосновения зона контакта представляет собой три "ручья", которые по своей длине меньше чем ширина обрабатываемой заготовки. Были смоделированы оставшиеся два прохода.

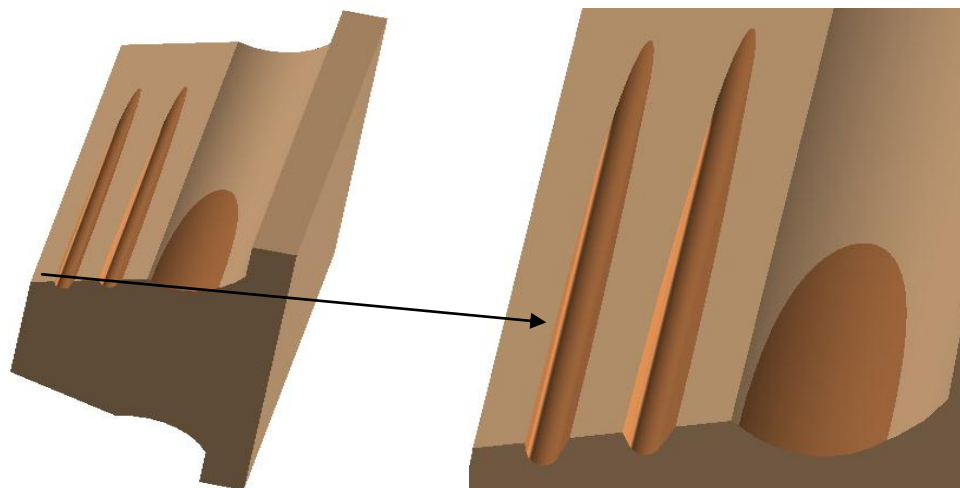


Рис. 6. Зона контакта в момент соприкосновения шлифовального круга с заготовкой на первом проходе $t_1 = 2$ мм

Второй проход также как и первый проход является неполнопрофильными. Образование "ёлочного" профиля хвостовика лопатки происходит на третьем проходе.

Рассмотрим зону соприкосновения на первом проходе более подробно (рис. 7).
Всю зону контакта B разобьем на n частей, для того чтобы более подробно изучить

изменения процессов, которые происходят на j -тых участках профиля во время обработки.

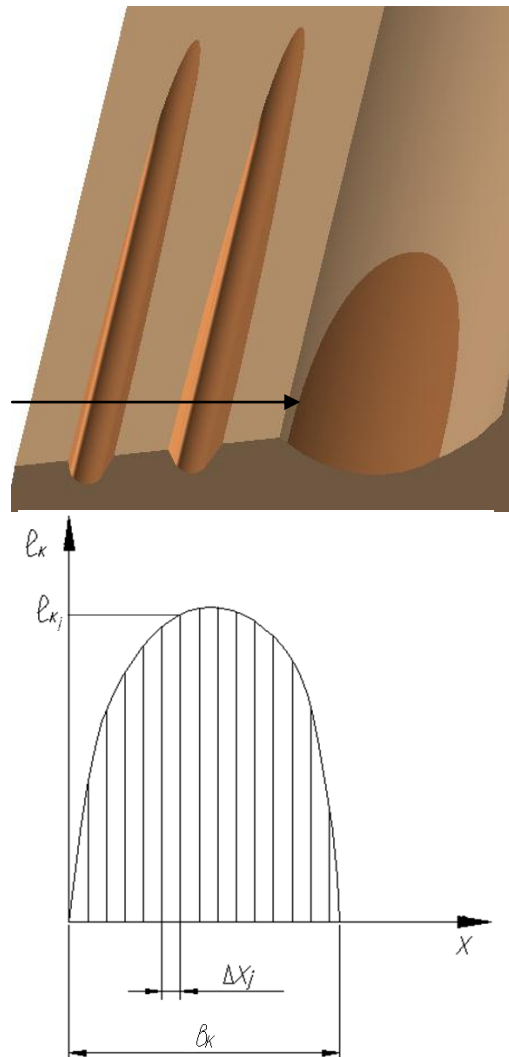


Рис. 7. Разбиение поверхности соприкосновения инструмента и заготовки на участки Δx_j

Таким образом, каждая подзона (1, 2, 3) состоит из определенного количества отрезков Δx_j , которые характеризуют длины контакта ℓ_{kj} круга и детали.

Определение длин контакта шлифовального круга и детали в процессе обработки, а также величин площади контакта с такой точностью, позволяют рассчитать характеристики зоны контакта с большей достоверностью, чего нельзя ожидать от моделей, основанных на плоском представлении профильных поверхностей.

Для расчета характеристик зоны контакта была использована модель, предложенная проф. Волковым Д. И [3].

Все вычисления производятся для каждого участка с помощью компьютерной программы, разработанной в среде MathCAD. Исходными данными для этой программы являются: средняя длина контакта, ширина зоны контакта, диаметр шлифовального круга.

Были получены зависимости толщины среза единичного зерна от ширины зоны контакта на различных проходах (рис. 8).

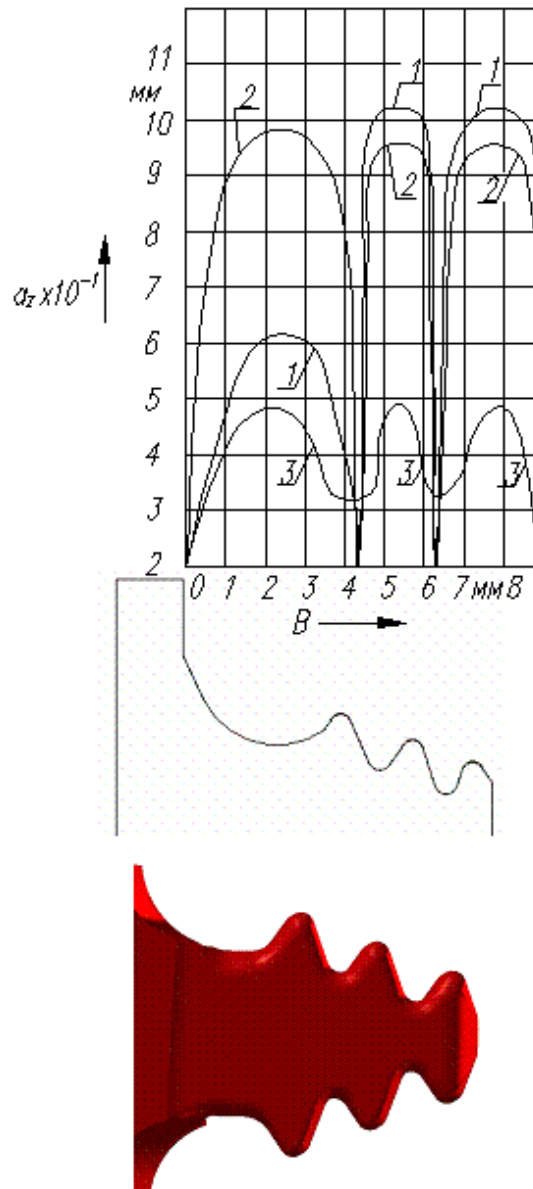


Рис. 8. Графики зависимости $a_z(B)$: 1 - первый проход; 2 - второй проход; 3 - третий проход

Разработанная методика компьютерного моделирования зоны контакта абразивного инструмента и заготовки позволяет установить особенности образования профильной поверхности при многопроходном глубинном шлифовании и определить законы изменения параметров зоны контакта на любом участке профиля.

Литература

1. Леонов, Б. Н. Технологическое обеспечение проектирования и производства газотурбинных двигателей [Текст] / Под ред. Б. Н. Леонова и А. С. Новикова. Рыбинск, 2000, 407 с.
2. Сухов, Е. И. Некоторые особенности протекания термомеханических явлений при глубинном шлифовании [Текст] / Е. И. Сухов , Д. И. Волков, М. В. Крюков. – Ярославль, 1981. – С. 101 – 106.
3. Волков, Д. И. Оптимизация процесса глубинного шлифования [Текст] / Д. И. Волков, Н. С. Рыкунов // Вестник рыбинского научно-технологического центра по высоким технологиям в машиностроении и приборостроении: сб. науч. тр. – Рыбинск, 1994. – С.43–50.
4. Безъязычный, В. Ф. Оптимизация технологических условий механической обработки деталей авиационных двигателей [Текст] / В. Ф. Безъязычный, Т. Д. Кожина, А. В. Константинов и др. – М.: Изд-во МАИ, 1993. – 184 с.
5. Суслов, А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин [Текст] / А. Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2002 – 320с.