

## Исследование процесса шлифования титановых сплавов кругами на вулканитовой связке

Е.Д. Антипова, Р.Г. Гришин

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

**Обоснование.** В настоящее время в авиационной и космической промышленности активно применяются изделия, состоящие из жаропрочных и титановых сплавов. Обработка деталей из титановых сплавов вызывает особые трудности, т.к. они обладают пониженной шлифуемостью. Также можно отметить высокую склонность к контактному схватыванию при трении; наличие тонкой окисной пленки, которая быстро разрушается за счет высоких удельных нагрузок. Кроме того, благодаря выделению теплоты трущаяся поверхность обогащается газами из окружающей среды, что повышает прочность поверхностного слоя [1]. Традиционно на предприятиях для обработки титана применяются шлифовальные круги из 63З (зеленого карбида кремния) на керамической связке. Вследствие этого на обработанной поверхности часто выявлялись дефекты, такие как прижоги и вырывы [3]. Поэтому важной задачей является повышение качества поверхности изделий путем разработки новых высокотехнологичных инструментов для обработки.

**Цель** — разработка модели контактного взаимодействия «зерно — мостик связки» с заготовкой. Аprobация спроектированного прерывистого круга 24AF120P для шлифования поверхности заготовки из сплава BT-6. Определение шероховатости полученной поверхности оптическим методом.

**Методы.** Разработка модели контактного взаимодействия «зерно — мостик связки» проводилась с помощью Ansys (программная система анализа методом конечных элементов). Между заготовкой и зерном была задан контакт с трением (коэффициент трения 0,2). Между мостиком и зерном контактные взаимодействия не учитывались. Материал заготовки — титановый сплав BT-6 с заданными пластическими свойствами, материал мостика — вулканит, материал зерна —  $Al_2O_3$  (рис. 1).

**Анализ модели.** На рис. 2 (1 и 4) показана зависимость глубины резания от деформации зерна на первом и втором шагах нагружения. Выноски 2 и 3 показывают суммарные деформации заготовки на первом шаге нагружения и остаточные деформации заготовки на втором шаге нагружения при перемещении торца мостика в начальное положение соответственно.

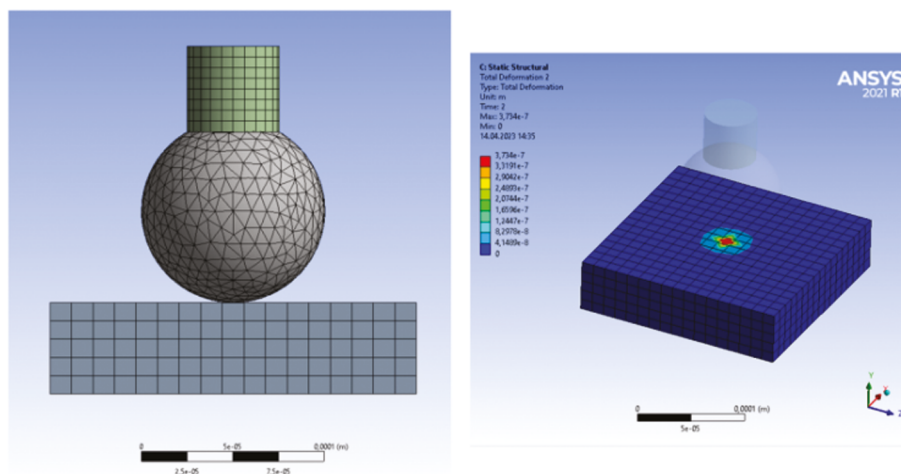


Рис. 1. Модель контактного взаимодействия в программе Ansys

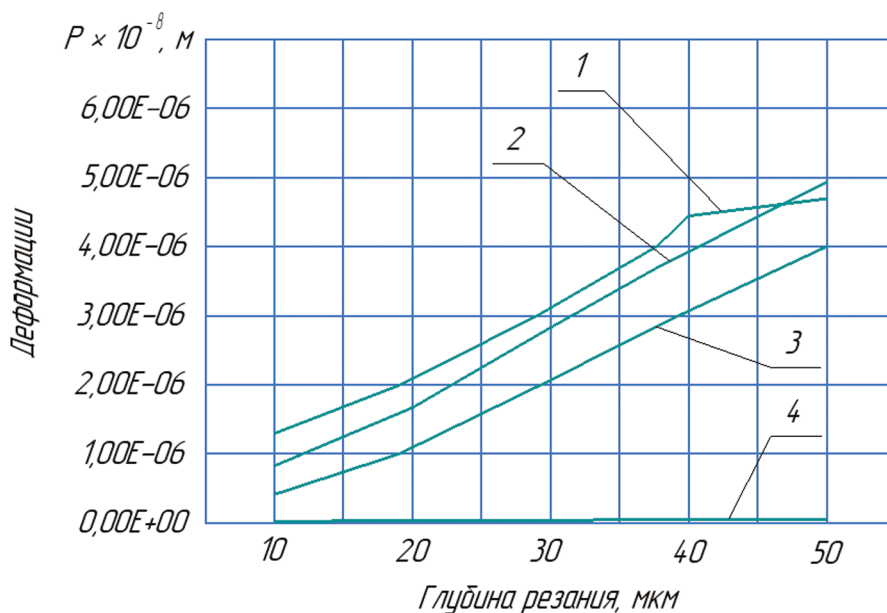


Рис. 2. График зависимости глубины резания от деформации зерна

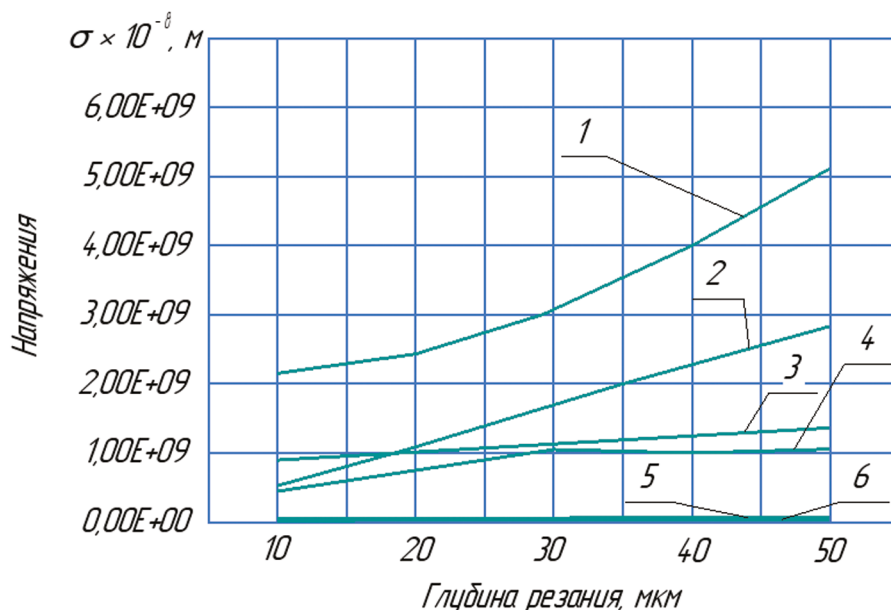


Рис. 3. Зависимость глубины резания от возникающих напряжений: 1 — напряжения в теле зерна на первом шаге нагружения; 2 — напряжения в теле мостика на первом шаге нагружения; 3 — напряжения в теле заготовки на первом шаге нагружения; 4 — напряжения в теле заготовки на втором шаге нагружения при перемещении торца мостика в начальное положение; 5 — напряжения в теле мостика на втором шаге нагружения при перемещении торца мостика в начальное положение; 6 — напряжения в теле зерна на втором шаге нагружения при перемещении торца мостика в начальное положение

Был спроектирован и изготовлен прерывистый шлифовальный круг 24AF120P для обработки заготовки из титана BT-6 с твердостью HRC 31. В шлифовальном круге ( $\varnothing 200$ ) использовались бруски на вулканитовой связке в количестве 16 штук. Режимы обработки: скорость резания  $V = 28$  м/с, подача  $S_{пр} = 0,75$  мм, глубина резания  $t = 0,01–0,15$  мм (рис. 4) [2].

**Результаты.** До обработки шероховатость  $R_a = 1,815$  мкм. После шлифования с помощью оптического метода была определена шероховатость поверхности стала составлять  $R_a = 0,453$  мкм (рис. 5).

С помощью разработанной модели контактного взаимодействия «зерно — мостик связки» с заготовкой удалось установить, что требуемая шероховатость ( $R_a = 0,5–1$  мкм) может достигаться при увеличении глубины резания до 150 мкм, при глубине свыше 150 мкм на поверхности появлялись различные механические дефекты (вырывы, прижоги, налипание, засаливание).

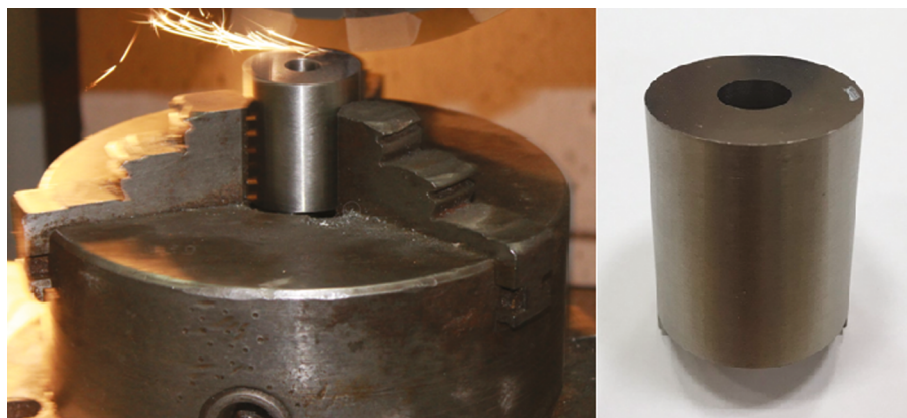


Рис. 4. Процесс обработки заготовки из титана ВТ-6



Рис. 5. Снимок обработанной поверхности титана ВТ-6 (увеличение  $\times 500$ )

**Выводы.** Была проведена успешная апробация спроектированного прерывистого круга 24AF120P на вулканитовой связке. В совокупности с разработанной моделью контактного взаимодействия «зерно — мостик связки» с заготовкой удалось установить, что прерывистый круг на вулканитовой связке эффективно (без дефектов) обрабатывает поверхность заготовки из титанового сплава с глубиной резания до 150 мкм. Требуемая шероховатость поверхности ( $R_a = 0,5–1$  мкм), измеренная с помощью оптического метода, была достигнута.

**Ключевые слова:** авиационная промышленность; шлифование; титановые сплавы; повышение точности обработки; прерывистый круг.

### Список литературы

1. Крымов В.В., Горелов В.А. Алмазное шлифование деталей из титановых сплавов и жаропрочных сталей. Москва: Машиностроение, 1981. 61 с.
2. Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования. Москва: Машиностроение, 1975. 176 с.
3. Носов Н.В. Технологические основы проектирования абразивных инструментов. Москва: Машиностроение-1, 2003. 257 с.

### *Сведения об авторах:*

**Евгения Дмитриевна Антипова** — студентка, группа 21-ФММТ-121-М, факультет машиностроения, металлургии и транспорта; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: antipova.ev.smr@yandex.ru

**Роман Георгиевич Гришин** — научный руководитель, кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой технологии машиностроения, станки и инструменты; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: grg-s1@mail.ru