

УДК 621.92

**В.Г. Шкурупий, Ф.В. Новиков**

*Харьковский национальный экономический университет*

**Технологическое обеспечение геометрических и оптических характеристик поверхностей особо тонкостенных деталей, работающих в условиях воздействия светового потока**

*Статья посвящена разработке технологического процесса финишной обработки поверхностей особо тонкостенных изделий. Для этого разработаны аналитические модели шероховатости поверхности и специальное технологическое оснащение. На их основе проведена оптимизация режимов обработки особо тонкостенных изделий.*

В конструкциях объектов новой техники широко используются многофункциональные ответственные детали из тонкого листа и лент

(особо тонкостенные детали). Это элементы наружных оболочек, упругие элементы в виде плоско сворачиваемых трубок из тонких пружинных лент (штанги, антенны и др.), изготовленные из материалов с особыми свойствами упругости и теплового линейного расширения (хромоникелевые, медно бериллиевые сплавы и др.). К качеству изготовления таких деталей, надежности их работы предъявляются высокие требования, направленные, прежде всего, на снижение их неравномерного нагрева солнечными лучами и возникающих при этом температурных деформаций.

Известно, что работоспособность тонкостенных изделий, работающих в условиях воздействия светового потока, определяется их геометрическими и физико-химическими характеристиками. Уменьшить температуру нагрева тонкостенных деталей можно за счет технологического обеспечения заданных геометрических и оптических характеристик поверхностей, применяя для этого эффективные методы обработки. Однако в настоящее время отсутствуют практические рекомендации по технологическому обеспечению высокой светоотражательной и излучательной способности поверхностей труднообрабатываемых особо тонкостенных деталей. Не исследованы вопросы взаимосвязи шероховатости и оптических характеристик обработанных поверхностей, что не позволяет научно обоснованно подойти к выбору оптимальных методов и условий обработки. Отсутствуют технологические процессы формирования отверстий в особо тонкостенных деталях, являющихся одним из важных факторов снижения температуры и деформаций рассматриваемых деталей.

Перспективными являются способы абразивной и электрохимической обработки, которые обеспечивают значения этих характеристик. Эти процессы многофакторные, дают нестабильные результаты, особенно, при обработке тонких упругих лент, требуют дальнейшего изучения. Практическая реализация этих процессов недостаточно исследована для их серийного применения. Все это указывает на необходимость проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований по технологическому обеспечению геометрических и оптических характеристик поверхностей особо тонкостенных деталей с целью повышения их эксплуатационных свойств. Поэтому в работе решается важная и актуальная задача разработки эффективного технологического процесса финишной абразивно-электрохимической

обработки поверхностей особо тонкостенных деталей из медно-бериллиевых сплавов для придания им требуемых геометрических и оптических характеристик.

В работе поставлены и решены следующие задачи: теоретически обоснована связь геометрических и оптических характеристик поверхностей особо тонкостенных деталей с их эксплуатационными свойствами; обоснован выбор и аналитически описан критерий оценки шероховатости светоотражательных поверхностей деталей; установлена связь шероховатости и оптических характеристик поверхностей деталей для различных методов обработки; проведены экспериментальные исследования по определению влияния технологических факторов абразивной и электрохимической обработки на производительность, параметры качества и эксплуатационные свойства деталей; разработана аналитическая модель устойчивости особо тонкостенных деталей из лент в процессе абразивной обработки; разработан и внедрен в производство эффективный процесс и оборудование для финишной абразивно-электрохимической обработки светоотражающих поверхностей особо тонкостенных деталей из медно-бериллиевых сплавов.

По разработанной технологии изготовлены и поставлены Заказчикам упругие элементы диаметром 0,024 м с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Режимы обработки: нагрев в среде аргона и выдержка при температуре 640 К в течение 40 мин; абразивное полирование алмазной пастой АМ 2/1 при окружной скорости полировальника 25 м/с, давлении 200 кПа и времени обработки 10 с; анодное пассивирование в течение 15 с при плотности тока  $0,5 \cdot 10^4$  А/м<sup>2</sup> (фосфорно-хромовый электролит).

Коэффициенты поглощения и излучения поверхностей изделий из медно-бериллиевых сплавов находились в пределах 0,22...0,25 и 0,09...0,06 соответственно.

Механические характеристики материала готовых штанг из сплава марки БрБНТ 1,7 имели следующие значения: временное сопротивление разрыву  $\sigma_b = 1,23 \cdot 10^3$  Па; предел текучести  $\sigma_T = 1,13 \cdot 10^3$  Па; относительное удлинение  $\delta = 2,5\%$ .

Рекомендована, взамен ранее существовавшей технологии изготовления штанг из сплава марки З6НХТЮ, разработанная технология изготовления штанг из новых материалов (сплавы марки БрБНТ 1,7 и

БрБНТ 1,9, а также с добавками магния), которая снижает себестоимость их изготовления.

Применение в системах штанг с отверстиями или сеточных обеспечивает повышение точности работы системы. При этом конструктивные изменения влекут за собой снижение веса и габаритов устройств для их выдвижения, что является положительным фактором.

В результате изучения литературных и патентных источников выявлены наиболее совершенные аналогичные решения. В таблице приведено сравнение технических характеристик этих решений и наших разработок.

По результатам выполненных исследований можно заключить:

1. Теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность повышения эксплуатационных свойств особо тонкостенных деталей из медно-бериллиевых сплавов за счет технологического обеспечения их геометрических и оптических характеристик.

#### Показатели технических решений

Название технического решения	$A_s$	$\varepsilon$	$R_z$ , мкм	Стабильность свойств
Рекомендуемые процессы: точение поверхностей из сплава марки АМг 6;	0,12	0,05	0,05	Стабильны
БрБНТ 1,7 и БрБНТ 1,9	0,22	0,04	0,05	Стабильны
Абразивно-электрохимическое полирование поверхностей из сплава марки АМг 6 –	0,12	0,06	0,1	Стабильны
БрБНТ 1,7 и БрБНТ 1,9 –	0,22	0,05	0,1	Стабильны
Существующее решение: абразивное полирование поверхностей из сплава марки АМг 6	0,25	0,07	0,07	Не стабильны
Рекомендуемые штанги из сплавов марки БрБНТ 1,7 и БрБНТ 1,9 и технология их изготовления	0,22	0,05	0,15	Стабильны
Существующее решение: заготовки для штанг из сплава ЗБНХТЮ и технология их изготовления	0,41	0,14	0,07	Стабильны

2. Предложен новый критерий оценки шероховатости светоотражающих поверхностей деталей и доказана эффективность его применения, разработана методика его оценки.

3. Разработана аналитическая модель устойчивости особо тонкостенной детали при абразивной обработке и определены реализующие ее оптимальные параметры режима резания.

4. Рекомендуемый технологический процесс изготовления выдвигаемых упругих элементов из медно-бериллиевых сплавов позволил повысить точность и стабильность работы системы на 30%.

---

Шкурупий, В.Г. Финишная обработка поверхностей тонкостенных деталей [Текст] / В.Г. Шкурупий, Ю.В. Шкурупий // Сб. трудов ХАИ. Вып. 14. Харьков, 2000. С. 259.