

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПРИ УПРОЧНЕНИИ СМЕСЬЮ ШАРИКОВ И МИКРОШАРИКОВ

Коняев Д. А. студент, Круцило В.Г., к.т.н., доцент

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Приведена методика упрочнения деталей машин смесью шариков и микрошариков при нормальной и повышенной температурах. Приведены результаты исследований предела выносливости на титановых ставах ИТ-9 и ВТ-20.

Ключевые слова: усталостная прочность, лопатки, микрошарики.

Ответственные детали машин, работающие в экстремальных условиях при повышенных температурах и знакопеременных нагрузках, как правило, в конце технологического процесса изготовления подвергаются операции упрочнения различными технологическими методами с целью повышения надежности и долговечности.

Из большого разнообразия методов упрочнения наибольшее распространение получили методы поверхностного пластического деформирования (ППД): пневмо- и гидродробеструйное упрочнение, упрочнение микрошариками и другие.

При ППД в поверхностном слое упрочняемых деталей формируются благоприятные сжимающие остаточные напряжения, повышающие эксплуатационные характеристики упрочняемых деталей [1].

Однако практически при всех видах ППД формируется эпюра сжимающих остаточных напряжений, имеющая спад на поверхности детали. Это негативно сказывается на усталостной прочности деталей и других эксплуатационных характеристиках. Величина остаточных напряжений на поверхности деталей, глубина залегания максимальных остаточных напряжений и мощность эпюры зависит от различных технологических факторов, в частности от диаметра шариков [2].

Чем меньше диаметр шарика, тем меньше величина и глубина максимальных сжимающих остаточных напряжений

На рисунках показаны эпюры остаточных напряжений в поверхностном слое при различных видах упрочнения (рис. 1, а-в).

У каждого из этих методов есть свои достоинства и недостатки. Упрочнение микрошариками позволяет получить максимум остаточных напряжений практически на поверхности, но при этом формируется недостаточно мощная эпюра с небольшой глубиной остаточных напряжений (рис. 1, а). Упрочнение шариками формирует более мощную эпюру и глубину остаточных напряжений, но максимум залегания остаточных напряжений лежит достаточно глубоко (рис. 1, б).

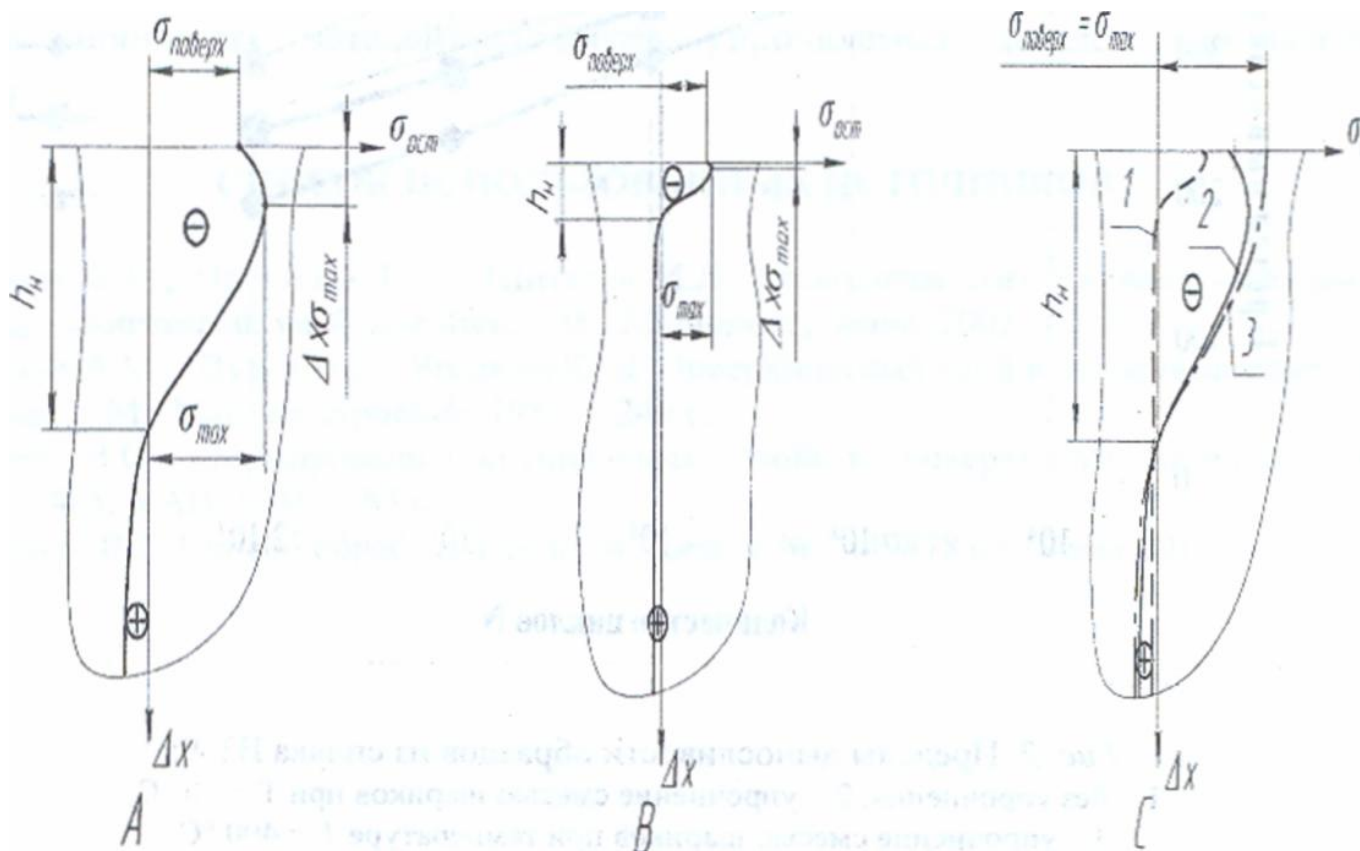


Рис. 1. Эпюры остаточных напряжений: а - после упрочнения микрошариками, б - после упрочнения шариками, в - после упрочнения смесью шариков и микрошариков

Предлагаемый способ упрочнения [4] смесью шариков и микрошариков позволяет реализован, преимущества каждого из способов и нивелировать их недостатки. Сущность способа заключается в следующем: на имеющихся стандартных установках для упрочнения вместо шариков одного размера используется смесь из микрошариков и шариков. Конкретные размеры составляющих и другие технологические факторы зависят от обрабатываемых материалов. На рис. 1, « показана эпюра остаточных напряжений после упрочнения смесью шариков и микрошариков.

Из рисунка видно, что на поверхности существуют более высокие остаточные напряжения, чем при упрочнении шариками: максимум и глубина залегания.

Остаточные напряжения существенным образом влияют на усталостную прочность деталей.

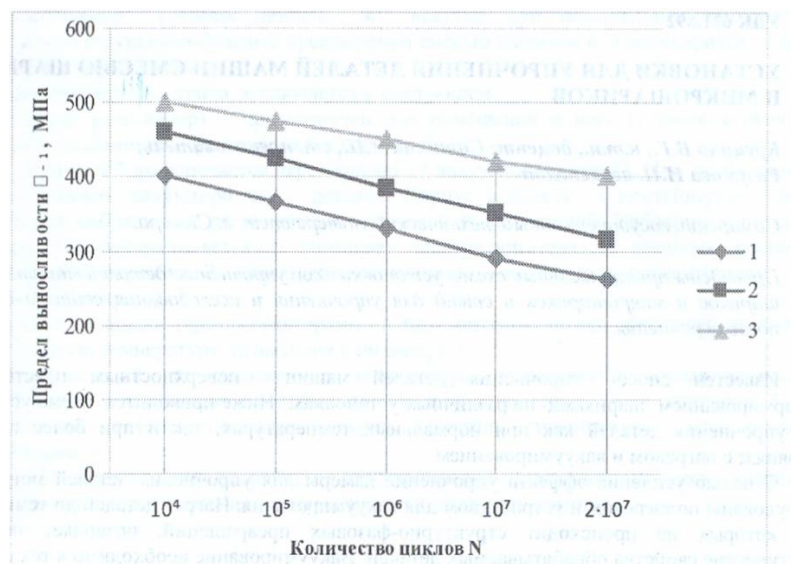


Рис. 2. Пределы выносливости образцов из сплава ВТ-9: 1 - без упрочнения; 2 упрочнение смесью шариков при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 - упрочнение смесью шариков при температуре $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$

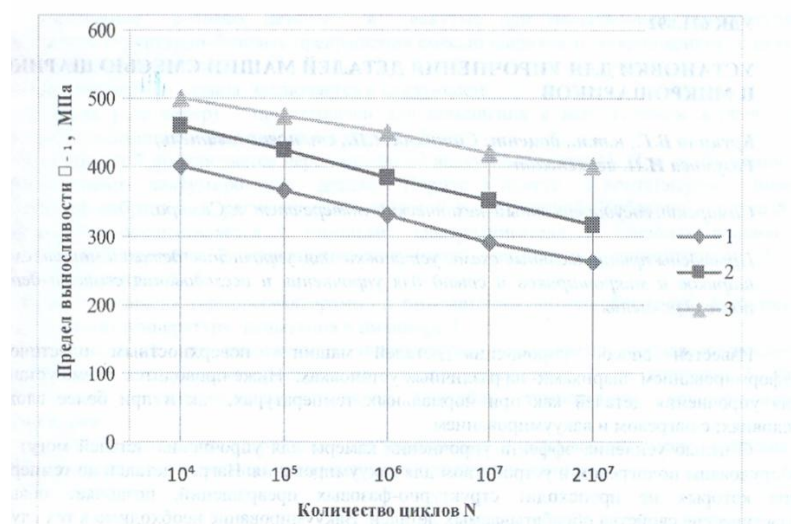


Рис. 3. Пределы выносливости образцов из сплава ВТ-20: 1 - без упрочнения; 2 - упрочнение смесью шариков при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 - упрочнение смесью шариков при температуре $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$

На рис. 2 и 3 представлены результаты исследований предела выносливости на образцах из титановых сплавов ВТ-9 и ВТ-20, из которых изготавливаются лопатки компрессоров газотурбинных двигателей.

Из рисунков видно, что упрочнение смесью шариков и микрошариков повышает усталостную прочность деталей. Подогрев упрочняемых деталей усиливает эффект упрочнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Демии Ф.И., Проничев Н.Д., Шитарев И.Л. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей: учеб. пособие. — М.: Машиностроение. 2002. - 328 с.
2. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. - М.: Машиностроение, 1988. - 240 с.
3. Мухин В.С. Формирование специальных свойств поверхности деталей летательных аппаратов. - УФА: УАИ, 1986. - 83 с.
Круцило В.Г. Способ обработки деталей. Патент № 2449878 от 10 мая 2012.