

изгибе в условиях концентрации напряжений. / Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.

2. Павлов В.Ф. Влияние на предел выносливости величины и распределения остаточных напряжений в поверхностном слое детали с концентратором. Сообщение I. Сплошные детали. / Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – №8. – С. 22-25.

3. Павлов В.Ф. Влияние на предел выносливости величины и распределения остаточ-

ных напряжений в поверхностном слое детали с концентратором. Сообщение II. Полые детали. / Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – № 12. – С. 37-40.

4. Павлов В.Ф., Кирпичёв В.А., Вакулюк В.С. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям. / Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. – 125 с.

УДК 621.787:539.319

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЦЕМЕНТАЦИИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ ВКС-5

©2018 О.Ю. Семёнова, Д.С. Мокшин, Е.А. Денискина, В.В. Сазанов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE ESTIMATION OF THE CEMENTATION INFLUENCE ON THE FATIGUE RESISTANCE OF SPECIMENS MADE OF STEEL ВКС-5

Semyonova O.Yu., Mokshin D.S., Deniskina E.A., Sazanov V.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The influence of the cementation on the endurance limit of corset specimens made of steel ВКС-5 has been examined. The average integral residual stresses criterion has been used for an estimation of a hardening influence on the endurance limit increment.

В проведённом исследовании использованы результаты испытаний на усталость корсетных образцов и результаты экспериментального определения остаточных напряжений по толщине упрочнённого слоя гладких образцов-свидетелей (цилиндрические втулки). Необходимый объём расчётов для анализа и сравнения с результатами испытаний проведён методом конечно-элементного моделирования.

Корсетные образцы круглого поперечного сечения с наименьшим диаметром 7,5 мм были изготовлены из конструкционной легированной стали 16ХЗНВФМБ (ВКС-5). Образцы после шлифования подвергались цементации на различных режимах. После цементации у корсетных образцов шлифованием обрабатывалась только коническая часть образцов, поэтому в рабочей (корсетной) части остаточное напряжённое состояние оставалось неизменным.

Распределения осевых остаточных напряжений по толщине упрочнённого поверхностного слоя гладких образцов (цилиндри-

ческие втулки) получены экспериментальным методом с использованием расчётных зависимостей работы [1]. Режимы термической и химико-термической обработки корсетных и гладких образцов приведены в табл. 1.

Прогнозирование приращения предела выносливости $(\Delta\sigma_{-1})_{расч}$ поверхностно упрочнённых образцов выполнено по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ [2]

$$(\Delta\sigma_{-1})_{расч} = \bar{\psi}_{\sigma} |\bar{\sigma}_{ост}|, \quad (1)$$

где $\bar{\psi}_{\sigma}$ – коэффициент влияния поверхностного упрочнения на предел выносливости по критерию $\bar{\sigma}_{ост}$.

Коэффициент $\bar{\psi}_{\sigma}$ определялся по эмпирической зависимости, установленной в работе [3]

$$\bar{\psi}_{\sigma} = 0,612 - 0,081\alpha_{\sigma}, \quad (2)$$

где α_{σ} – теоретический коэффициент концентрации напряжений.

Расчёт остаточного напряжённо-деформированного состояния гладких и корсетных образцов выполнен методом конечно-элементного моделирования с использованием расчётного комплекса PATRAN/NASTRAN [4].

В табл. 1 приведены результаты испытаний на усталость корсетных образцов из стали 16ХЗНВФМБ (ВКС-5), а также результаты расчёта среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ и опытных значений коэффициента влияния $\bar{\psi}_{\sigma}$ для двух режимов цементации.

Таблица 1–Результаты испытаний на усталость и определения остаточных напряжений

	Режимы обработки	σ_{-1} , МПа	$\bar{\sigma}_{ост}$, МПа	$\bar{\psi}_{\sigma}$
1	Исходное состояние: закалка 900°C; отпуск 600°C – 1 час	760	-136	–
2	Ионная цементация : 950°C – 1 час; отпуск 650°C – 3 часа	900	-389	0,553
3	Цементация: 940 °C – 6 часов; отпуск 650°C – 3 часа; закалка 900°C ; обработка холодом: -70°C	1040	-672	0,522

Вывод. Из полученных результатов исследования следует, что для повышения предела выносливости наиболее оптимальными режимами цементации деталей будут те режимы, при которых критерий среднеинтегральных остаточных напряжений будет наибольшим.

Библиографический список

1. Иванов С.И. К определению остаточных напряжений в цилиндре методом колец и полосок // Остаточные напряжения. Куйбышев: КуАИ, 1971. Вып. 53. С. 32-42.
2. Павлов В.Ф. О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений. /

Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.

3. Павлов В.Ф., Кирпичёв В.А., Вакулюк В.С. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям. Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. 125 с.

4. Сазанов В.П., Кирпичёв В.А., Вакулюк В.С., Павлов В.Ф. Определение первоначальных деформаций в упрочнённом слое цилиндрической детали методом конечно-элементного моделирования с использованием расчётного комплекса PATRAN/NASTRAN // Вестник УГАТУ. 2015. Том 19, №2 (68). С. 35-40.

УДК 621.787.539.319

ВЛИЯНИЕ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСЛЕ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

©2018 В.С. Вакулюк, Ю.П. Ковалкин, В.К. Шадрин, К.Ф. Матвеева

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE INFLUENCE OF SANDBLASTING AFTER NITROCEMENTATION ON THE RESIDUAL STRESSES DISTRIBUTION

Vakulyuk V.S., Kovalkin Yu.P., Shadrin V.K., Matveeva K.F. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The influence of the finishing sandblasting on the residual stresses distribution after nitro cementation has been studied.