

пользовании алмазного наконечника с радиусом сферы 2 мм.

Технология выглаживания детали «Шток»: 3 прохода с увеличением усилия выглаживания 20-25-30 кгс и изменением направления выглаживания (1 проход – прямое, 2 проход – обратное, 3 проход – прямое). Частота вращения детали – 76 об/мин, величина продольной подачи – 1 мм/об.

Технология выглаживания детали «Цилиндр»: 3 прохода с увеличением усилия выглаживания 20-22,5-25 кгс и изменением направления выглаживания (1 проход – прямое, 2 проход – обратное, 3 проход – прямое). Частота вращения детали – 100 об/мин, величина продольной подачи – 0,064 мм/об.

На указанных режимах было проведено алмазное выглаживание штоков и цилиндров, как вновь изготовленных, так и не прошедших ранее испытаний на герметичность. В результате экспериментов все детали успешно прошли испытания без повторных выглаживаний и перехромирований. Технология успешно апробирована на других деталях шасси – поршнях, гидроцилиндрах.

Выводы

1. Разработана технология алмазного выглаживания со ступенчатым изменением усилия выглаживания для особо ответственных крупногабаритных деталей шасси, которая позволила обеспечить:

- герметичность хромового покрытия деталей без перехромирования и проведения повторного алмазного выглаживания;

- снижение числа перехромирований деталей, вызванных сколами хромового покрытия, на ~50%.

2. Детали, выглаженные по разработанной технологии – «Шток» в количестве двух штук и «Цилиндр» в количестве двух штук – успешно прошли испытания на герметичность.

Библиографический список

1. Пешков П.А., Лунин В.В., Букатый А.С. Применение алмазного выглаживания с целью обеспечения герметичности хромового покрытия поршней гидроцилиндров. Международная молодёжная научная конференция, посвящённая 110-летию со дня рождения академика С.П. Королёва, 75-летию КуАИ-СГАУ-Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли. 3-5 октября 2017 г. / Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, 2017. – Т. 1. – С.154-155.

2. Швецов А.Н., Скуратов Д.Л. Исследование влияния параметров процесса алмазного выглаживания на шероховатость поверхности заготовки из стали 15X12H2МВФАБ-Ш при использовании индентора из натурального алмаза. / Вестник СГАУ. – 2014. – №5(47). – Ч.1. – С. 62-67.

3. Скуратов Д.Л., Швецов А.Н., Абульханов С.Р. Линейная математическая модель для определения рациональных условий обработки на операциях алмазного выглаживания при изготовлении деталей авиационной техники / Вестник СГАУ. – 2012. – №3(34). – Ч. 1. – С. 115-121.

УДК 621.787:539.319

КРИТИЧЕСКАЯ ГЛУБИНА НЕРАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ ТРЕЩИНЫ УСТАЛОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕЁ ОБРАЗОВАНИЯ

©2018 В.П.Сазанов, Н.А. Сургутанов, А.В. Письмаров, А.С. Кошелев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE CRITICAL DEPTH OF A NON-PROPAGATING FATIGUE CRACK AND THE REGULARITIES OF ITS FORMATION

Sazanov V.P., Surgutanov N.A., Pismarov A.V., Koshelev A.S. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The dependence of the stresses intensity coefficient on the cylindrical parts crack depth has been examined. The connection between the critical depth of a non-propagating fatigue crack and the stresses intensity coefficient has been stated.

Проведённые ранее эксперименты показали, что прогнозирование приращения предела выносливости упрочнённых деталей можно проводить по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ [1]. Расчёты данного критерия выполняются с использованием распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя опасного сечения детали, равной критической глубине $t_{кр}$ нераспространяющейся трещины усталости [1,2]. Экспериментально установлено, что величина $t_{кр}$ определяется только размерами поперечного сечения детали.

С позиций линейной механики разрушения изучалась зависимость коэффициента интенсивности напряжений (КИН) от глубины трещины в цилиндрических образцах различного диаметра с концентраторами напряжений и без них. Целью исследования являлось установление связи между КИН и глубиной нераспространяющейся трещины усталости, а также обоснование причин её остановки. Расчёты выполнялись с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS для гладких образцов и для образцов с концентратором напряжений в виде полукруглого надреза. На основании проведённых исследований [3] установлено, что коэффициент интенсивности напряжений K_I достигает максимального значения при глубине трещины, равной примерно $0,02D$, где D – диаметр образца с концентратором напряжений в наименьшем сечении. Этот результат достаточно точно согласуется с размером критической глуби-

ны $t_{кр}$ нераспространяющейся трещины усталости для сплошных цилиндрических образцов и деталей с концентраторами напряжений, определяемой по формуле $t_{кр} = 0,0216D$, которая была получена в работах [1, 4, 5] на основании многочисленных экспериментов.

Коэффициент интенсивности напряжений K (КИН) является основным параметром, обобщающим условия напряжённого состояния материала при вершине трещины и зависящим одновременно от уровня нагружения и глубины трещины. Перепад (размах) этого коэффициента $\Delta K = K_{max} - K_{min}$ определяет скорость раскрытия усталостной трещины согласно уравнению, предложенному Пэрисом:

$$dt/dN = C(\Delta K)^n, \quad (1)$$

где t – размер трещины; N – число циклов нагружения; C – константа, зависящая от свойств материала и режима нагружения; n – показатель степени, изменяющийся в зависимости от свойств материала от 1 до 6.

Экспериментально доказано, что существует минимальное значение K_{th} , ниже которого раскрытие трещины невозможно. Значение K_{th} и есть пороговый коэффициент интенсивности напряжений, ниже которого раскрытия усталостной трещины не происходит.

На рис. 1 приведены результаты расчётов зависимостей K_I для гладких образцов диаметром 15 мм и образцов с надрезами радиусом $R = 1$ мм с упрочнением и без упрочнения поверхности.

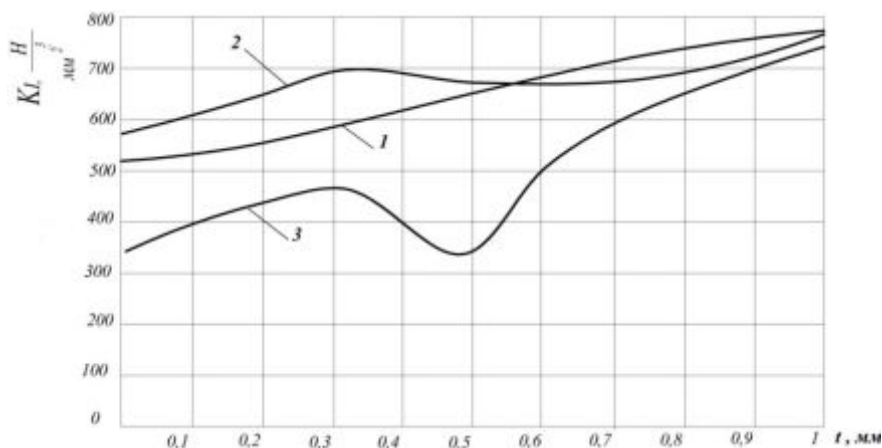


Рис.1. Изменение коэффициента интенсивности напряжений K_I при увеличении глубины трещины t в образцах диаметром 15 мм: 1 – без надреза; 2 – с надрезом $R = 1$ мм без упрочнения; 3 – с надрезом $R = 1$ мм и упрочнением поверхности

Из данных рис. 1 следует, что для образцов рассматриваемого размера с концентратором на начальном участке роста трещины наблюдаются два экстремума коэффициента интенсивности напряжений – максимальное и минимальное значения. Следует отметить, что в упрочнённом образце значительно выше разница (размах) между экстремальными значениями.

Остановка роста трещины возможна в том случае, когда минимальное значение K_I будет меньше его порогового значения K_{Ih} . Судя по характеру зависимостей такое возможно только в случае упрочнённого образца с концентратором напряжений. В неупрочнённых образцах с концентраторами нераспространяющиеся трещины усталости обнаружены не были [1]. Таким образом, полученные результаты расчёта достаточно точно подтверждаются результатами испытаний на усталость исследованных образцов.

Библиографический список

1. 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.

2. Кудрявцев П.И. Нераспространяющиеся усталостные трещины. / М.: Машиностроение, 1982. –171 с.

3. Кирпичёв В.А., Сазанов В.П., Сургутанов Н.А., Шадрин В.К. О связи коэффициента интенсивности напряжений и нераспространяющейся трещины усталости. Материалы X Всероссийской научной конференции по механике деформируемого твёрдого тела (18-22 сентября 2017 г., Самара, Россия). / Самара: СамГТУ. – 2017. –Т. 2. –С. 23-26.

4. 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.

5. Павлов В.Ф. Влияние на предел выносливости величины и распределения остаточных напряжений в поверхностном слое детали с концентратором. Сообщение II. Полые детали. / Известия вузов. Машиностроение. – 1988. – №12. – С. 37-40.

УДК 621.787:539.319

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРЕДЕЛА ВЫНОСЛИВОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЁННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

©2018 В.П. Сазанов, Ю.Н. Сургутанова, А.А. Прохоров, О.М. Пилипив

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE ENDURANCE LIMIT OF SURFACE HARDENED CYLINDRICAL PARTS MADE OF CONSTRUCTION STEELS PREDICTION

Sazanov V.P., Surgutanova Yu.N., Prohorov A.A., Pilipiv O.M. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The results of the hardened parts made of construction steels endurance limit prediction after pneuma- and hydro shot-blastig are presented in the study. The results of the calculation have been compared with the results of the fatigue tests.

Проведённые многочисленные эксперименты показывают, что наиболее точно связь между приращением предела выносливости упрочнённых деталей и остаточными напряжениями отражает критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$, предложенный в работе [1]. Данный крите-

рий рассчитывается на критической глубине нераспространяющейся трещины усталости $t_{кр}$ и учитывает влияние на сопротивление усталости не только величины, но и характера распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя опасного сечения детали.