

УДК 621.923:621.922

Л.А.Паньков, Н.В.Костин, В.В.Мальцев

ШЛИФОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ ЗХЗСНМФА АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ И ЛЕНТАМИ

В статье приведены результаты исследования влияния остаточных напряжений на усталостную прочность стали ЗХЗСНМФА НРС50-55 при шлифовании кругами 99А40СМ2К со сплошной и прерывистой рабочими поверхностями на плоскошлифовальном станке модели ЗГ71 и бесконечными лентами СТЭБ40 на станке ПЛШ-80. Режимы обработки: $V_{\text{ин}} = 28-34$ м/сек., $V_{\text{ст}} = 10$ м/мин., $t_{\text{уст}} = 0,04$ мм, прижимной ролик стальной $\varnothing 80$ мм. Исходная шероховатость поверхности соответствовала 6-7 классу. После шлифования обычным кругом на обработанной поверхности наблюдались цвета побежалости разной интенсивности, а образцы имели коробление (стрела прогиба $f = 1,0 + 1,5$ мм). Круг при этом быстро засаливается и теряет режущую способность. После шлифования образцов прерывистыми кругами и лентами цветов побежалости не наблюдалось, а деформация была незначительной ($f \leq 0,3$ мм).

Исследование остаточных напряжений, проведенное по методике Н.Н.Давиденкова, показало, что при шлифовании обычными кругами на принятых режимах обработки в поверхностном слое возникают растягивающие остаточные напряжения до 100 кг/мм^2 с глубиной их залегания до 0,5 мм (рис. I, кривая 1). При шлифовании прерывистыми кругами и лентами на этих же режимах также получены растягивающие напряжения (рис. I, кривые 2,3), однако величина их значительно меньше и составляет соответственно 50-55 и 20 кг/мм^2 .

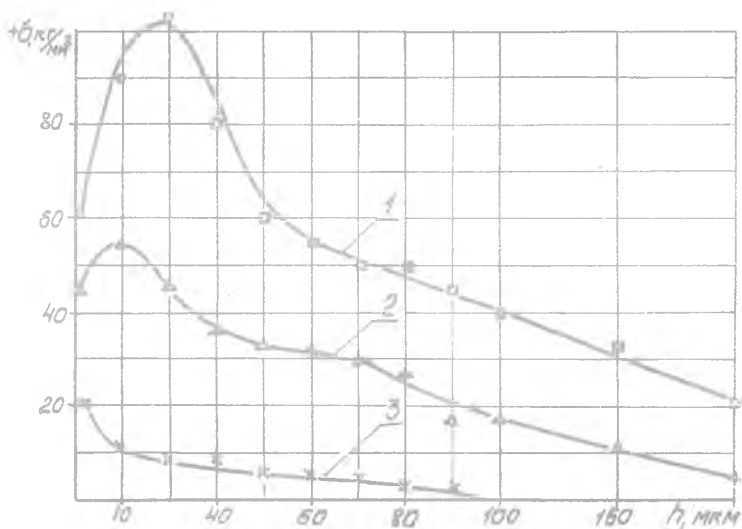


Рис. 1. Эпюры остаточных напряжений при шлифовании:
 1 - сплошным кругом Э9А40СМ2К; 2 - прерывистым кругом
 Э9А40СМ2К; 3 - лентой СТЭБ40. Режимы: $V_{\text{ш}} = 28-34$ м/сек;
 $V_{\text{ст}} = 10$ м/мин; $t_{\text{уст}} = 0,004$ мм

Влияние остаточных напряжений на усталостную прочность стали ЭЗХЭСНМВФА исследовалось на электромагнитной установке при симметричном знакопеременном изгибе [1]. Испытания проводились на плоских образцах а) шлифованных на ленточно-шлифовальном станке с выхаживанием; б) шлифованных с одной стороны кругами и лентой на принятых режимах; в) имеющих на поверхности после термоупрочняющей обработки окалину и обезуглероженный слой.

Расчет напряжений производился по методике [2]

$$\sigma_{\text{max}} = 3,52 \frac{E z_{\text{max}}}{\rho^2} y_0(z) \dots$$

где z_{max} - расстояние от нейтральной оси до наиболее удаленной точки сечения; E - модуль упругости; ρ - расстояние от

свободного конца образца до трещины; $Y_0(l)$ - величина амплитуды свободного конца образца.

Обработка результатов экспериментов осуществлялась по методу наименьших квадратов [3] с применением ЭВМ "Мир".

Построение кривых усталости образцов по классическому методу Веллера требует длительных испытаний, особенно при напряжениях, близких к пределу выносливости. Нами применен ускоренный метод определения предела выносливости [4], основанный на использовании критериев усталости: критического напряжения - σ_K , критического числа нагружений - N_K и коэффициента α_σ . Величины критериев N_K и α_σ постоянны и для черных металлов составляют: $N_K = 2 \cdot 10^5$, $\alpha_\sigma = 6 \text{ кг/мм}^2$. Предел выносливости σ_{-1} определялся по формуле

$$\sigma_{-1} = \sigma_K - \alpha_\sigma.$$

Результаты испытаний считаются достоверными, если выше предела усталости испытано 3-4 образца при числе циклов около $2 \cdot 10^5$ [4]. В наших опытах для построения наклонных участков кривых усталости использовалось 10-20 образцов.

В исследованиях усталостной прочности за исходные принимались образцы, шлифованные на ленточно-шлифовальном станке с выхаживанием (рис. 2, кривая 0). Анализ кривых усталости показал, что для принятых условий и режимов обработки процесс шлифования снижает усталостную прочность стали 33ХЗСНМВФА. Наибольшее снижение наблюдается на образцах, шлифованных сплошным кругом (рис. 2, кривая I) наименьшее на образцах, обработанных лентой (рис. 2, кривая 3). Необходимо отметить, что усталостная трещина в случае больших остаточных напряжений всегда зарождалась со стороны напряженной поверхности. На образцах же, шлифованных лентой, они зарождались с обеих сторон.

Пленка окислы и обезуглероживающий слой после термоупрочняющей обработки снижают усталостную прочность стали 33ХЗСНМВФА примерно в 2 раза (рис. 2, кривая 4).

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

I. Шлифование высокопрочной стали 33ХЗСНМВФА обычными кругами дает неудовлетворительные результаты: круг быстро засаживается, в поверхностном слое возникают большие растягивающие напряжения.

2. Замена шлифования обычными кругами на шлифование прерывистыми кругами и лентами позволяет уменьшить растягивающие остаточные напряжения и повысить усталостную прочность почти в 2 раза.

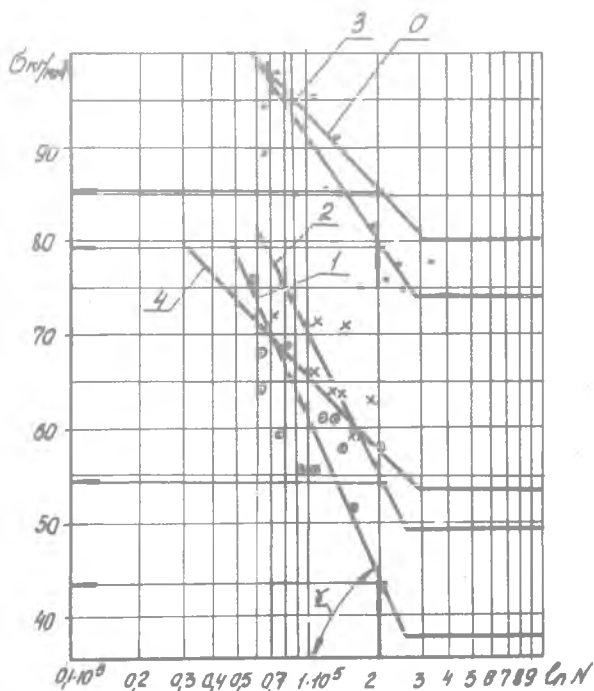


Рис. 2. Кривые усталости образцов из стали 33ХЭСНМВФА, шлифованных: 0 - лентой на легких режимах с выжиганием (исходные); 1 - сплошным кругом Э9А40СМ2К; 2 - прерывистым кругом Э9А40СМ2К; 3 - лентой СТЭБ40; 4 - кривая усталости образцов с пленкой окалины и обезуглероженным слоем после термоупрочняющей обработки.

Литература

1. Одинг Н.А., Иванова В.С. и др. Электромагнитные установки для испытания плоских образцов на усталость при знакопеременном изгибе. Сб. "Прочность металлов при переменных нагрузках". Изд-во АН СССР, Москва, 1963.

2. Панов С.Ф. Расчет напряжений при испытаниях металлов на усталость. Сб. "Прочность металлов при переменных нагрузках", изд. АН СССР, Москва, 1963.

3. Березин И.С., Житков Н.П. Математическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Методы вычислений, том. I, изд-во "Наука" М., 1966.

4. Баранова Н.Б. Применимость новых критериев усталости для построения кривых выносливости деталей. Сб. "Прочность металлов при переменных нагрузках", изд. АН СССР, М., 1963.