

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ 15X12H2МВФАБ-Ш ПОСЛЕ ПРОЦЕССА ОТДЕЛОЧНО- УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

Швецов А. Н., Скуратов Д. Л.

Самарский университет, г. Самара,

[shvecovalexey@yandex.ru](mailto:shvecovalexey@yandex.ru), [skuratov.sdl56@yandex.ru](mailto:skuratov.sdl56@yandex.ru)

*Ключевые слова:* алмазное выглаживание, окружные и осевые остаточные напряжения, микротвёрдость, глубина деформационного упрочнения.

Для исследования влияния параметров процесса алмазного выглаживания на величину окружных и осевых остаточных напряжений (ОН), глубину залегания их максимума, а также на величину микротвёрдости и глубину упрочнённого слоя был проведен полный факторный эксперимент. Образцами служили кольца из жаропрочной деформируемой стали 15X12H2МВФАБ-Ш, применяемой при производстве валов ГТД. В качестве инструмента использовался индентор из синтетического алмаза марки АСБ.

На основе натурного эксперимента, посредством применения установки АСБ-1, разработанной профессором С.А. Букатым, построены эпюры окружных  $\sigma_{r_{\max}}$  (рис. 1) и осевых  $\sigma_{o_{\max}}$  сжимающих ОН, по результатам обработки которых были получены эмпирические зависимости, связывающие параметры процесса алмазного выглаживания с величиной и глубиной залегания окружных и осевых сжимающих ОН:

$$\begin{aligned}\sigma_{r_{\max}} &= 215 \cdot S_0^{-0,175} P_y^{0,046} R_{cf}^{-0,251} \nu^{0,018}, \\ a &= 10 \cdot S_0^{0,016} P_y^{0,589} R_{cf}^{-0,152} \nu^{-0,083}, \\ \sigma_{o_{\max}} &= 812 \cdot S_0^{0,112} P_y^{0,225} R_{cf}^{-0,557} \nu^{0,024}.\end{aligned}$$

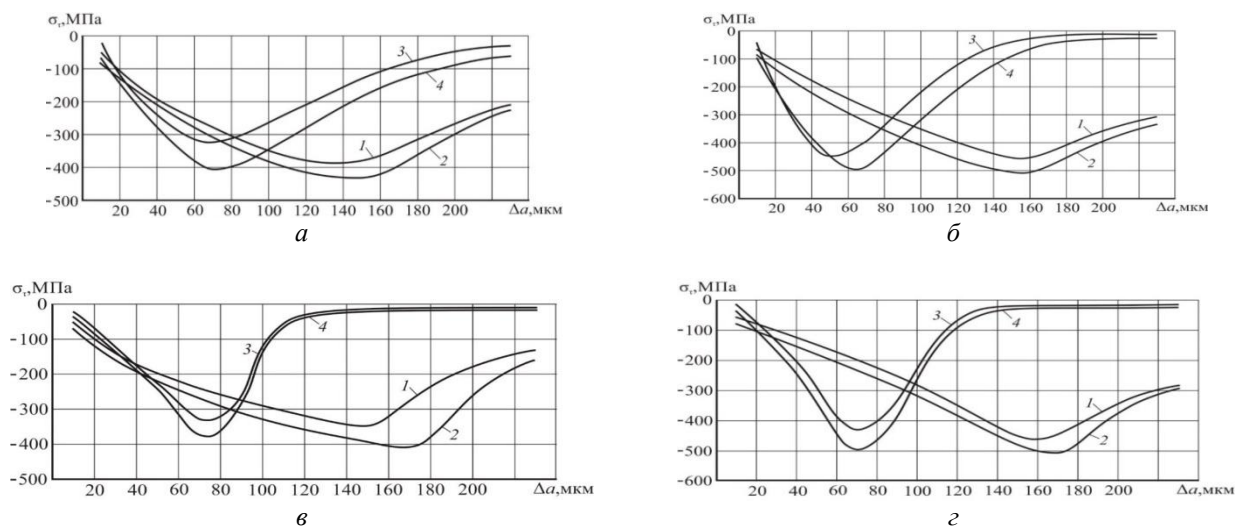


Рис. 1 – Эпюры окружных остаточных напряжений при выглаживании с продольной подачей.

$S_0 = 0,08$  мм/об (а, в) и  $S_0 = 0,02$  мм/об (б, г) и скоростью выглаживания  $\nu = 86$  м/мин (а, б),  $\nu = 22$  м/мин (в, г).

1 –  $P_y = 200$  Н,  $R_{cf} = 2,5$  мм; 2 –  $P_y = 200$  Н,  $R_{cf} = 1,5$  мм; 3 –  $P_y = 50$  Н,  $R_{cf} = 2,5$  мм; 4 –  $P_y = 50$  Н,  $R_{cf} = 1,5$  мм

Исследование распределения микротвёрдости в поверхностном слое образцов осуществлялось по методу косых срезов на приборе ПМТ-3. В ходе экспериментального исследования образцов были получены графики зависимостей величины микротвёрдости  $H_\mu$  по глубине  $h$  поверхностного слоя при различных условиях алмазного выглаживания, что

также позволило получить эмпирические зависимости, связывающие величину микротвердости и глубину деформационного упрочнения с параметрами процесса алмазного выглаживания

$$H_{\mu} = 4800 \cdot S_0^{-0,064} P_y^{0,072} R_{сф}^{-0,162} \nu^{-0,074},$$
$$h = 10 \cdot S_0^{-0,099} P_y^{0,569} R_{сф}^{-0,124} \nu^{-0,106}.$$

Результаты экспериментов показали, что с ростом силы выглаживания с 50 до 200 Н при радиусах сферы алмазного наконечника, равных 1,5 и 2,5 мм, подачах, равных 0,02 и 0,08 мм/об, и скоростях выглаживания - 22 и 86 м/мин наблюдается увеличение максимума сжимающих окружных остаточных напряжений на 2,2...22,1 % и смещение глубины его залегания внутрь поверхностного слоя на 100...196,2%. Осевые сжимающие остаточные напряжения при аналогичных условиях обработки возрастают на 17,8...47,7%, а их максимум располагается у поверхностного слоя, при этом микротвёрдость поверхностного слоя повышается на 3,2...20% при одновременном увеличении глубины упрочнения на 105...155%.

Полученные эмпирические зависимости могут быть использованы в качестве технических ограничений в математической модели для определения рациональных условий обработки для процесса алмазного выглаживания.

Выводы:

1. Получены эмпирические зависимости, позволяющие определить максимальную величину окружных и осевых остаточных напряжений и глубину залегания их максимума, а также величину микротвёрдости и глубину упрочнённого слоя в зависимости от параметров процесса алмазного выглаживания при обработке жаропрочной деформируемой стали 15X12H2МВФАБ-Ш.

2. Погрешности расчёта при оценке максимума сжимающих окружных остаточных напряжений и глубины его залегания составляют соответственно 7 и 20%, а погрешность расчёта максимальной величины осевых остаточных напряжений составляет 8,7%. В свою очередь, погрешность при расчёте микротвёрдости не превышает 5,4%, а глубины деформационного упрочнения – 12,4%.

Сведения об авторах

Швецов Алексей Николаевич, старший преподаватель. Область научных интересов: процессы поверхностно-пластического деформирования материалов.

Скуратов Дмитрий Леонидович, д-р техн. наук, профессор. Область научных интересов: структурно-параметрическая оптимизация технологических процессов механической обработки, процессы абразивной обработки и поверхностно-пластического деформирования.

## STUDY OF THE SURFACE LAYER STATE OF THE WORKPIECES OF STEEL FeC0.15Cr12Ni2 AFTER THE PROCESS OF FINISHING HARDENING MACHINING BY THE METHOD OF DIAMOND BURNISHING

Shvetsov A.N., Skuratov D.L.

Samara National Research University, Samara, Russia,  
[shvecovalexey@yandex.ru](mailto:shvecovalexey@yandex.ru), [skuratov.sdl56@yandex.ru](mailto:skuratov.sdl56@yandex.ru)

*Keywords: diamond burnishing, circumferential and axial residual stresses, microhardness, depth of strain hardening.*

On the basis of a full factorial experiment, empirical dependences were obtained that relate the maximum values of the circumferential and axial residual stresses and the depth of their maximum, as well as the value of microhardness and the depth of the hardened layer with the process conditions of diamond burnishing when processing steel FeC0.15Cr12Ni2.