

УДК 621.787, 621.923

<sup>1</sup>А. Д. Лавриненков, канд. техн. наук, <sup>2</sup>О. В. Герасимова

<sup>1</sup>НТУУ «Киевский политехнический институт», Украина

<sup>2</sup>Национальный авиационный университет, Украина

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫГЛАЖИВАНИЯ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ СЛОЕМ МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЯМИ ДЕТАЛИ И ИНДЕНТОРА

A. D. Lavrinenkov, Ph.D, O. V. Gerasymova

### SIMULATION OF BURNISHING PROCESS WITH AN INTERMEDIATE PLASTIC LAYER BETWEEN SURFACES OF DETAIL AND INDENTOR

Модификация смазки за счет добавления нано и ультрадисперсных порошков различных материалов [1-2], позволяет понизить коэффициент трения пары трения и улучшить параметры качества обрабатываемой детали.

С помощью пакета конечно-элементного анализа Abaqus было проведено моделирование процесса выглаживания детали с наличием промежуточного пластического слоя между поверхностью детали и индентора.

Для моделирования процесса было сделано ряд допущений: деталь рассматривалась как бесконечная пластина; сферический индентор считался абсолютно твердым; задача моделировалась в плоской постановке. Анализ выполнен в декартовой системе координат, связанной с обрабатываемой деталью.

Материалом детали являлся титановый сплав ВТ22, механические свойства, которого были получены в результате статических испытаний. В качестве материала промежуточного слоя толщиной  $\delta_0 = 10 \text{ мкм}$  был выбран алюминиевый сплав АД1. Отношение пределов текучести сплава ВТ22 основного слоя (1) и сплава АД1 промежуточного слоя (2)  $\sigma_{T1}/\sigma_{T2} = 6.8$ . Выглаживание проводилось за счет внедрение индентора в поверхность пластины на величину  $U_y = 14 \text{ мкм}$  и задания скорости перемещения детали  $V_x = 250 \text{ мм/с}$  (параметры задавались по результатам проведенного экспериментального исследования [3]). Моделирование выглаживания проводилось с коэффициентом трения  $f_{mp} = 0,08$ . Для сравнительного анализа полученных данных задавалось отношение пределов текучести основного и промежуточного слоев 5 и 3.

На рис. 1 представлена сетка конечных элементов детали после выглаживания без промежуточного слоя и с его наличием с соотношением пределов пластичности 6.3.

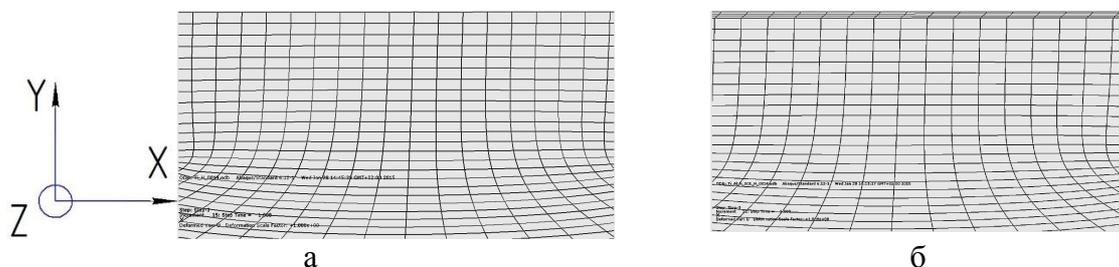


Рис. 1. Сетка конечных элементов детали после выглаживания без промежуточного слоя (а) и с промежуточным слоем (б)

Из рис. 1 видно, что за счет того, что материал промежуточного слоя обладает меньшими механическими свойствами, нежели материал детали, по его толщине

происходят большие сдвиговые деформации  $e_{xy}$ . Существенным является изменения величины остаточных напряжений  $\sigma_x$  и  $\sigma_z$  у поверхности детали после выглаживания с промежуточным слоем с отношением  $\sigma_{T1}/\sigma_{T2} = 6.8$ , в среднем на 200-300 МПа, по сравнению с выглаживанием без промежуточного слоя (рис. 2, рис. 3) Величина остаточных растягивающих осевых напряжений  $\sigma_x$  по сравнению с выглаживанием без промежуточного слоя уменьшилась с 400-420 МПа до 100-110 МПа у поверхности на глубине 5-15 мкм и с 200-210 МПа до 100-110 МПа на глубине до 100 мкм (рис. 3, а). Произошло увеличение величины остаточных сжимающих тангенциальных напряжений  $\sigma_z$  у поверхности с 80-100 МПа до 300-320 МПа (рис. 3, б).

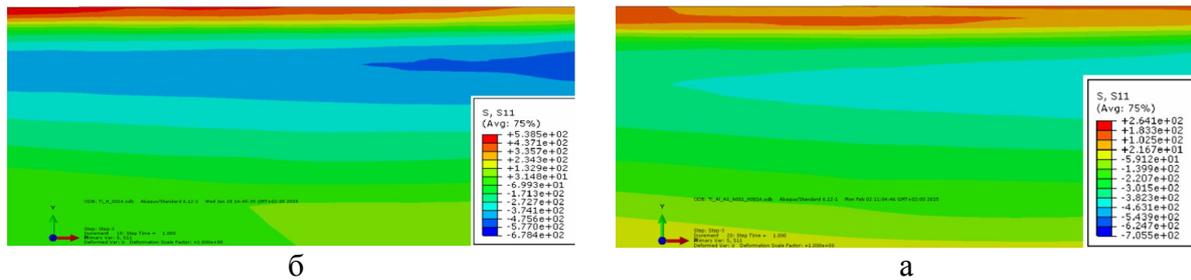


Рис. 2. Распределение остаточных напряжений  $\sigma_x$  при выглаживании без промежуточного слоя (а) и с его наличием (б) с соотношением  $\sigma_{T1}/\sigma_{T2} = 6.8$

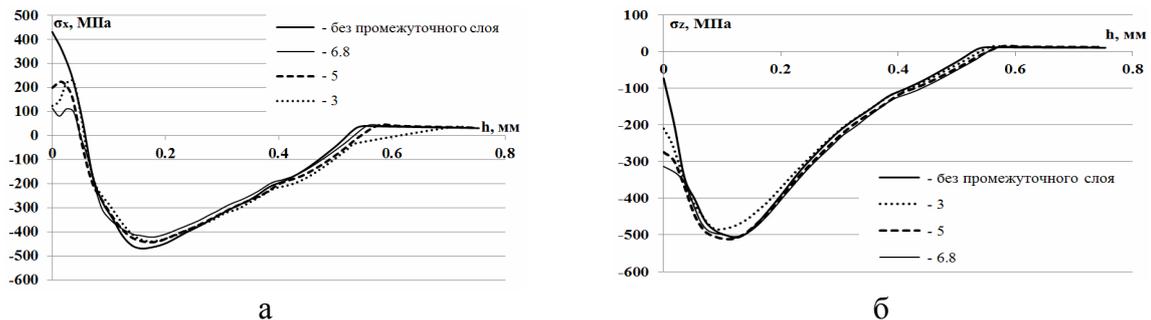


Рис. 3. Распределение остаточных напряжений  $\sigma_x$  (а) и  $\sigma_z$  (б) по глубине основного слоя при различных соотношениях  $\sigma_{T1}/\sigma_{T2}$

Следует отметить, что при выглаживании с промежуточным слоем уменьшается величина сдвиговых деформаций поверхностного слоя основного материала на глубину до 200 мкм с 4,0-4,8% до 3,0-3,5%.

### Литература

1. Кораблин А. В. Повышение износостойкости подшипников скольжения судовых двигателей внутреннего сгорания / А. В. Кораблин, А. Ф. Сафиулин // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технология. – 2013. -№2. – С. 111-118.
2. Kotnarowski A. Searching for Possibilities of Lubricating and Cutting Fluids Modification with Copper Micro- and Nanopowders / A. Kotnarowski // Materials science. - Vol. 12. - No. 3. - 2006. - pp. 202-208.
3. Титов В. А. Влияние металлосодержащей смазки на параметры качества поверхностного слоя детали из титанового сплава BT22 при выглаживании / В. А. Титов, А. Д. Коваль, А. Д. Лавриненков, И. Г. Лавренко, И. Г. Савчинский. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – №8 – 2014. – С. -38-46.