

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

М А Т Е Р І А Л И

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(Суми, 14–17 квітня 2015 року)**

ЧАСТИНА 1

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми
Сумський державний університет
2015

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБКАТЫВАНИЯ ШАРИКОМ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Коваль В.В., магистрант; Евтухов А.В., доцент

С помощью широко применяемых методов окончательной обработки (шлифование, хонингование, доводка) обеспечиваются требуемая размерная точность, форма, шероховатость поверхности, но часто не обеспечивается оптимальное качество поверхностного слоя, которое можно достичь поверхностным пластическим деформированием (ППД). В результате ППД упрочняется поверхностный слой, повышается износостойкость, стойкость к коррозионным воздействиям и т.д. Во многих случаях применением ППД удастся повысить запасы прочности деталей, работающих при переменных нагрузках, в 1,5...3 раза и увеличить срок службы деталей в десятки раз, что делает совершенствование технологии ППД актуальной задачей, решение которой имеет значительную практическую ценность.

Исследование изменений свойств поверхностно упрочненного материала заготовки сопряжено с рядом технических трудностей и требует наличия дорогостоящего лабораторного оборудования. В связи с этим, для исследования эффективности технологического процесса обкатывания шариком наружных цилиндрических поверхностей деталей машин, предлагается использовать метод конечно-элементного моделирования и широко распространенный пакет математического анализа *ANSYS Workbench*.

Так, для реализации модельного эксперимента в пакете *ANSYS Workbench* были разработаны конечно-элементные модели обрабатываемой заготовки из пластичного материала (незакаленная сталь 40, предел текучести $\sigma_m = 400$ МПа, коэффициент (модуль) упрочнения $\varepsilon_r = 3000$ МПа, длина грани конечно-элементной сетки – 5 мкм) и инструмента в виде абсолютно жесткого сферического тела.

На обрабатываемой поверхности был нанесён регулярный микрорельеф с треугольной формой выступов (впадин) и высотой микронеровностей: эксперимент *A* – 50 мкм, эксперимент *B* – 25 мкм.

Установлены два режима контактного взаимодействия между заготовкой и инструментом:

- а) между поверхностью сферы (инструмента) и гранями микрорельефа на поверхности заготовки;
- б) между соседними боковыми гранями микрорельефа на поверхности заготовки.

Для моделирования взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью сферическому телу (инструменту) сообщается усилие F , направленное нормально к поверхности заготовки.

Перемещение сферы по ходу ТП ППД было описано 2-х этапной линейной зависимостью: 1-й этап – поступательное перемещение по нормали

в направлении обрабатываемой поверхности на глубину 0,07 мм, 2-й этап – поступательное перемещение по нормали от поверхности заготовки в исходную точку (имитация однопроходного режима обработки ППД).

В результате расчета модели получены следующие результаты.

Анализ результирующих полей нормального напряжения (*Normal Stress*) показал, что в образце *A* наблюдается максимальный уровень растягивающих напряжений в размере 1960 МПа и максимальный уровень сжимающих напряжений в размере 1230 МПа, в образце *B*: максимальный уровень растягивающих напряжений – 400 МПа и максимальный уровень сжимающих напряжений – 500 МПа.

Для образца *A* в верхней части выступа микронеровности наблюдается критический уровень растягивающих напряжений (проба – 1817 МПа), который превышает предел прочности обрабатываемого материала (400 МПа): прогнозируется разрушение поверхностного слоя заготовки.

Для образца *B* проба в верхней части выступа микронеровности показала допустимый уровень напряжения – 380 МПа, который несколько ниже допустимого (400 МПа): в случае двухпроходного обкатывания поверхности также прогнозируется разрушение поверхностного слоя.

Анализ результатов расчета изменения эквивалентной пластической деформации (*Equivalent Plastic Strain*) показал, что для образца *A* скорость деформирования поверхностного слоя выше, чем для образца *B*. Максимальные остаточные деформации наблюдаются непосредственно в материале выступов микронеровности. Под основанием выступов наблюдается зона с нулевой остаточной деформацией (упруго деформируемый слой).

Результаты расчета коэффициента упрочнения в поверхностном слое заготовки показали, что максимальная степень упрочнения для образца *A* наблюдается у основания выступа (на глубине примерно 50 мкм) и составляет 55% (1,5 раза). Глубже степень упрочнения стремится нулю. Максимальная степень упрочнения для образца *B* наблюдается непосредственно на поверхности выступа (на глубине 0 мкм) и составляет 10% (1,1 раза). На глубине поверхностного слоя (0,25...0,5) мм наблюдается степень упрочнения в размере (5...6)%.

Так, в ходе модельного эксперимента установлено:

а) в поверхностном слое заготовки с повышенным уровнем исходных микронеровностей наблюдается повышенный уровень растягивающих напряжений, который может превышать предел прочности обрабатываемого материала, что в свою очередь ведет к разрушению поверхности (шелушению);

б) в поверхностном слое с повышенным уровнем исходных микронеровностей наблюдается повышенный уровень степени упрочнения материала.