

**Секция «Современные технологии в машиностроении»**

А.В. Яшин, В.А. Кандрушин, И.О. Мурындин, М.А. Головкин  
Научный руководитель: к.т.н., доцент, С.В. Баринов  
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета*  
602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: box64@rambler.ru

### **Оценка адекватности моделирования процесса деформационного упрочнения методом конечных элементов**

На современном этапе к деталям машин предъявляют все более жесткие требования по качеству поверхностного слоя. В частности это касается и деталей, работающих в условиях тяжелых динамических нагрузок. Появление на рабочих поверхностях деталей машин выкрашиваний металла свидетельствует об их контактно-усталостном изнашивании.

Долговечность таких деталей повышают за счет применения различных упрочняющих обработок. Они обеспечивают увеличения твердости поверхностного слоя на заданной глубине.

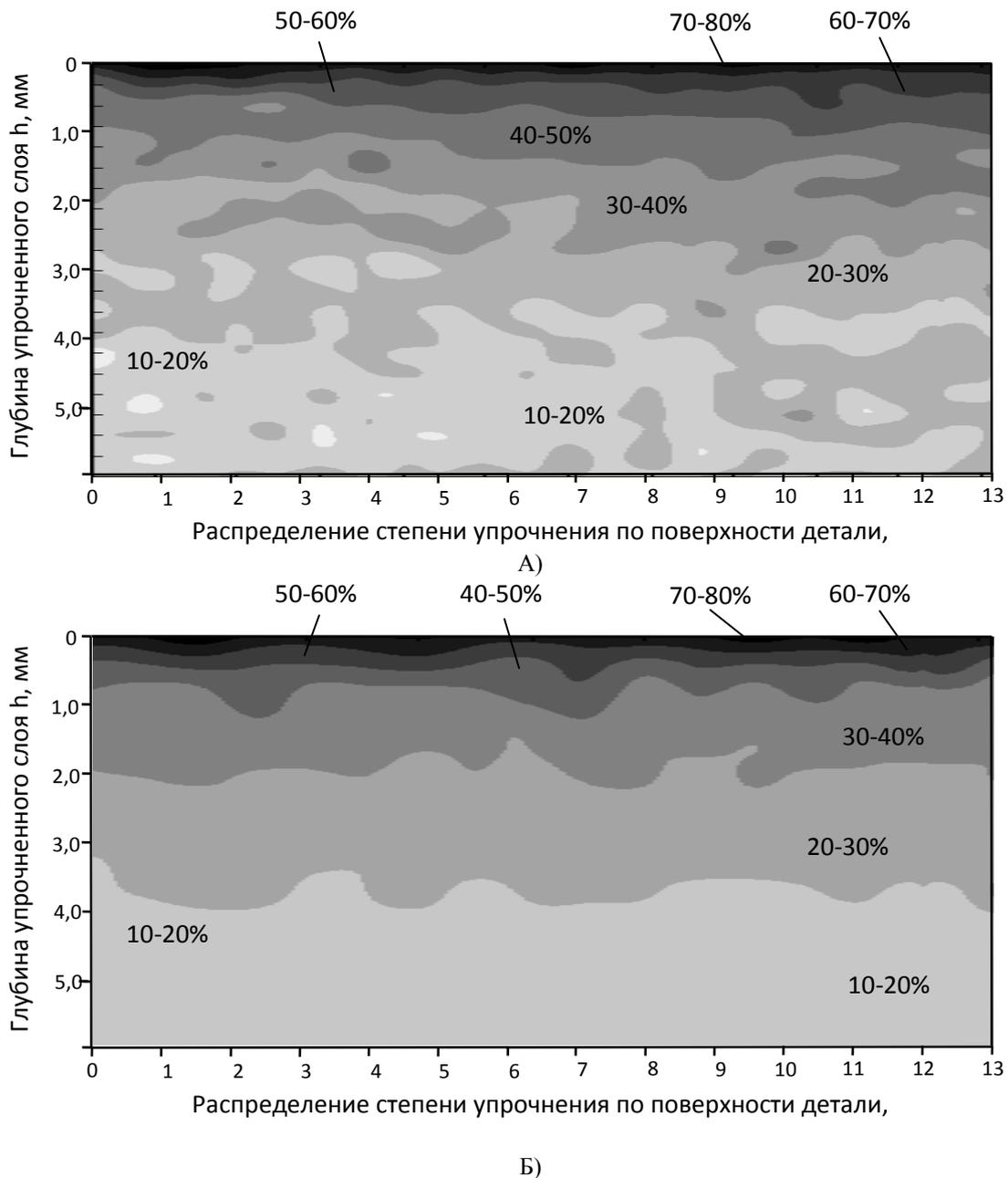
Среди имеющихся технологий упрочнения особо можно выделить методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Они позволяют при низкой энергоёмкости процесса, увеличить твердость поверхностного слоя на глубине до 6...8 мм, создавая при этом плавный переход от упрочненной структуры к неупрочненной, что особенно важно для деталей, работающих в условиях контактных циклических нагрузок [1-4].

Для выявления режимов деформационного упрочнения, обеспечивающих формирование в поверхностном слое требуемых значений твердости и глубины её распространения, обычно проводят большое количество экспериментов, что связано с высокой трудоемкостью, денежными и временными затратами [2]. Поэтому в настоящее время большинство исследователей прибегают к имитированию процессов экспериментальных исследований с помощью систем современного инженерного анализа (САЕ), основанных на методе конечных элементов.

Лидером среди программ САЕ, позволяющих моделировать процессы поверхностного пластического деформирования, является комплекс Deform [3]. Исследование возможностей системы Deform проводилось на основании временной лицензии предоставленной официальным представителем фирмы-разработчика в РФ - компанией АРТЕХ (г. Москва).

Оценка адекватности созданной в Deform модели процесса ППД - накатывания роликом (рис.1, б) проводилась в результате сопоставления с данными, полученными при тех же условиях в процессе реального эксперимента (рис.1, а).

Полученные в результате моделирования значения: глубины и степени упрочнения, размеры и распределения упрочненных поверхностных слоев (рис.1), показали достаточно высокую адекватность моделирования в системе Deform процесса накатывания реальному.



**Рис.1** Распределение степеней упрочнения по глубине в поверхностном слое плоских образцов из стали 40X, полученных накатыванием стержневым роликом, диаметром 10 мм и шириной 6 мм, с силой 1900 кг, в результате реального эксперимента (а) и моделирования в программе Deform (б).

#### Литература

1. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Баринов С.В., Силантьев С.А. Повышение контактной выносливости деталей машин гетерогенным деформационным упрочнением статико-импульсной обработкой // Упрочняющие технологии и покрытия, №7(43), 2008. – С.9-15.
2. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Баринов С.В., Тарасов Д.Е. Экспериментальный комплекс для исследований контактно-усталостного изнашивания деталей машин // Известия ОрелГТУ, серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – 2009, № 3-2/275 (561). – С. 7-13.
3. Соловьев Д.Л., Киричек А.В., Баринов С.В. Повышение долговечности деталей машин созданием гетерогенно наклепанной структуры // Тяжелое машиностроение, № 7, 2010. – С.4-7.

4. Киричек А.В., Волобуев А.В., Соловьев Д.Л., Баринов С.В. Разработка параметров для описания гетерогенно-упрочненной структуры // Упрочняющие технологии и покрытия, №2, 2011. – С.7-9.

*Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ №14-08-31263 мол\_a*