

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОРТАТИВНЫХ ПРИБОРОВ И МЕТОДИКИ КИНЕТИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Коновалов Д.А., Смирнов С.В.
Институт машиноведения УрО РАН,
г.Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34.
E-mail: satterkein@yandex.ru

Целью работы являлось усовершенствование методики определения кривой упрочнения металлов неразрушающим способом и апробация методики для мобильных приборов кинетического индентирования.

Методы и подходы:

1. Проведено компьютерное моделирование методом конечных элементов процесса вдавливания алмазных пирамидальных инденторов с углами 90° , 120° и 136° между гранями в тестовые материалы с известными механическими характеристиками: стали 45, Ст3, 08X18H10T, 12X18H10T, 10X17H13M3T, латунь и медь М0.
2. Получены экспериментальные данные для тестовых материалов на установке ТЕСТ-МИНИ-(УТ) (рис.1) и испытательной машине Zwick/Roell Z 2.5. Показано хорошее совпадение расчетов с экспериментами данными твердомера ТЕСТ-МИНИ-(УТ) (среднеквадратичное отклонение кривых не превысило 5%).
3. Методом конечных элементов проведено моделирование трех инденторов в упруго-пластическую среду, пластические свойства которой задавались в виде трехпараметрической функции $\sigma_s = (1 + a_1 s)^{a_2}$, где σ_0 – предел пропорциональности, a_1 и a_2 – параметры. σ_0 , a_1 , a_2 варьировался в определенном диапазоне с заданным шагом.

Важнейшие результаты:

1. Была найдена новая аналитическая зависимость между коэффициентами диаграмм вдавливания трех пирамидальных инденторов и параметрами аппроксимации кривой упрочнения σ_0 , a_1 , a_2 для металлических материалов со значением модуля упругости $E = 70, 95, 110$ и 210 ГПа.
2. Повышена точность получаемых значений σ_0 , a_1 , a_2 .
3. Новая методика была адаптирована для портативного твердомера ТЕСТ-МИНИ-(УТ) и измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) (рис.2).
4. Созданы программы для обработки и визуализации результатов.



Рис.1.Твердомер ТЕСТ-МИНИ-(УТ)

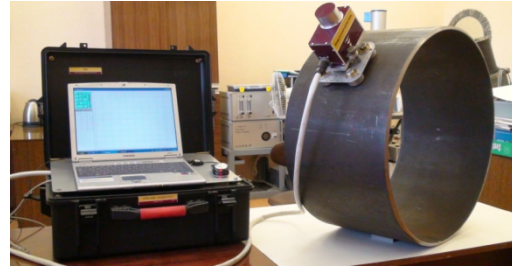


Рис.2.Измерительно
вычислительный комплекс (ИБК) и
объект исследования

Практическая значимость заключается в возможности применения приборов и методики для определения механических характеристик, таких как кривая упрочнения и условного предела текучести на объектах, находящихся в эксплуатации, с целью диагностики текущего состояния и прогнозирования их дальнейшего использования.

Основные публикации по проекту

- 1. Д.А. Коновалов. Оценка механических свойств материала элементов металлоконструкций методом кинетической твердости, Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011, №4 (4), с. 1531-1532.*
- 2. Д.А. Коновалов, И.А. Голубкова, С.В. Смирнов. Определение прочностных свойств отдельных слоев деформированных слоистых композитов методом кинетического индентирования, Дефектоскопия, 2011, №12, с. 91–98.*
- 3. В.П. Кузнецов, И.Ю. Смолин, А.И. Дмитриев, Д.А. Коновалов, А.В. Макаров, А.Е. Киряков, А.С. Юровских. Конечно-элементное моделирование наноструктурирующего выглаживания, Физическая мезомеханика, 2011, 14, 6, с. 87-97.*