

УДК 620.17.08
ВЛИЯНИЕ МАССЫ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ
ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

А. В. РАБЦЕВИЧ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Твердомеры динамического действия получили широкое распространение при контроле твердости металлических изделий, в том числе в полевых условиях. Используемый в этих твердомерах метод измерения и способ регистрации первичной информации накладывают на их использование ряд ограничений. Одним из таких ограничений является ограничение массы объекта контроля. Контроль твердости объектов с массой ниже некоторой, характерной для используемого датчика величины, приводит к увеличению неопределенности измерения твердости выше паспортных значений. Для получившего наиболее широкое распространение датчика типа «D» (датчик прибора Импульс-2М относится к этому классу), минимальная масса изделия составляет 2–2,5 кг. Следует отметить, что речь идет о массе части изделия, сосредоточенной вблизи точки измерения твердости, а не о массе изделия в целом.

Причиной появления неопределенности измерения твердости является передача части импульса индентора изделию. В результате соударения незакрепленное или находящееся на упругой поверхности изделие недостаточной массы начинает двигаться в направлении удара. Регистрируемая твердомером характеристика – скорость отлета индентора после удара – уменьшается по сравнению с измерением твердости на массивном изделии. Появляется систематическая составляющая неопределенности измерения твердости, неустранимая без искусственного увеличения массы изделия.

Для исследования процесса соударения индентора с незакрепленным изделием конечной массы был использован метод конечных элементов (МКЭ). Производился расчет соударения индентора со сферическим наконечником с незакрепленной пластиной достаточной толщины (чтобы локальный упругий прогиб пластины не оказывал влияние на процесс). Моделирование и разбиение стальной пластины и индентора из карбида вольфрама на трехмерную сетку конечных элементов осуществлялось в программе GMSH. Для уменьшения объема вычислений расчет производился для 1/4 тел с наложением соответствующих граничных условий.

Расчет соударения индентора с пластиной производился в программе Impact. Impact позволяет решать явные динамические задачи с учетом контакта тел и волновых процессов в них.

Было получено несколько решений задачи соударения жесткого индентора с упругопластической пластиной из стали 17Г1С разной массы.

Каждое решение позволяет исследовать как изменение напряженно-деформированного состояния в объеме тел, так и движение точек тел во времени (рис 1, 2).

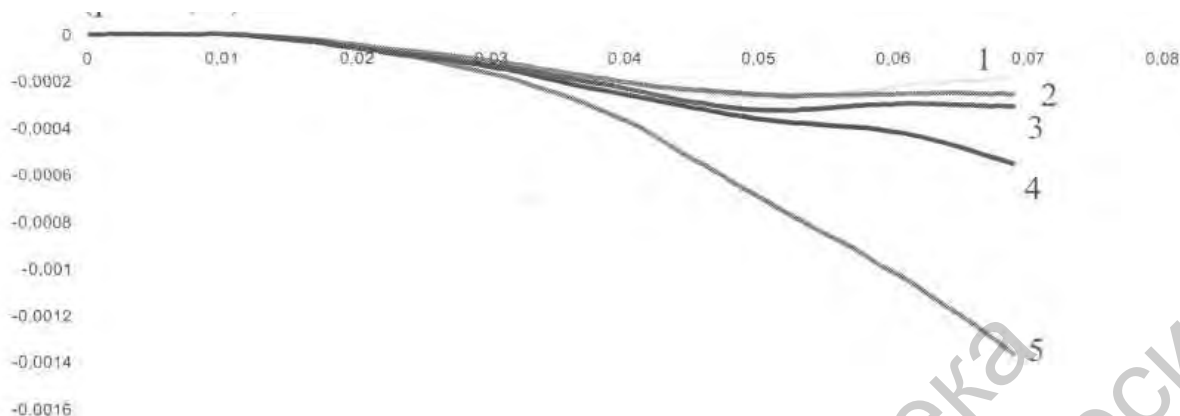


Рис. 1. Зависимость смещения нижней точки пластины под индентором от времени для образцов различной массы: 1 – 7,28 кг; 2 – 2,84 кг; 3 – 1,26 кг; 4 – 0,71 кг; 5 – 0,316 кг

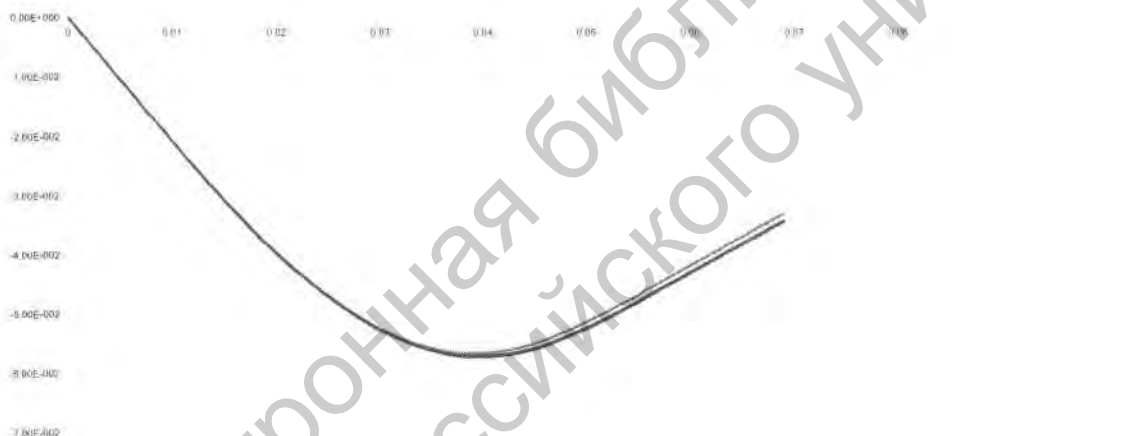


Рис. 2. Зависимость регистрируемого внедрения индентора от времени

Как следует из приведенных графиков, снижение массы изделия ниже некоторой величины приводит к резкому увеличению неопределенности измерений твердости. При этом процесс внедрения индентора в металл (рис. 2) (активная часть удара) совпадает с индентированием изделия достаточной массы. Несовпадение, приводящее к неопределенности измерений твердости, начинается в конце активного этапа удара и увеличивается к его окончанию. Использование в качестве регистрируемого параметра скорости отлета индентора не позволяет производить контроль твердости таких изделий с необходимой точностью. Прибор Импульс-2М, регистрируя параметры активного этапа удара, позволяет контролировать твердость изделий меньшей массы.