

УДК 620.1
ОСОБЕННОСТИ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Е. В. ГНУТЕНКО, В. А. РУДНИЦКИЙ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В настоящей работе рассматривается автоколебательный метод контроля, который является прямым развитием упруго-динамического метода. Регистрируемым параметром в представленных методах является временной интервал между соударениями индентора. Основными отличиями автоколебательного метода являются: регулирование энергии удара, непрерывность съема и обработки информации, что позволяет получить качественно новые результаты, существенно повысить чувствительность измерений и производительность контроля.

При упруго-динамическом методе контроля кинетическая энергия удара нормирована и строго постоянна, в то время как, в предлагаемом методе она является функцией коэффициента восстановления скорости и может изменяться в процессе контроля одного изделия.

В результате проведения сравнения основных элементов созданной экспериментальной установки с составными частями классической автоколебательной системы, можно констатировать следующее. Разработанная установка представляет собой колебательную систему, состоящую из индентора, закрепленного на поворотном рычаге, источника энергии, действие которого направлено на возмещение потерь в колебательной системе, ключа, выполняющего роль клапана, регулирующего подачу энергии. Ограничителем нарастания колебаний в данном случае является обратная отрицательная связь, осуществляемая специальным датчиком и ключом. Действие ограничителя нарастания колебаний усиливается также тем, что энергия пластического деформирования при контроле металлических материалов или энергия, затраченная на преодоление вязких сил сопротивления при контроле полимерных изделий, при возрастании энергии удара растет быстрее, чем упругого деформирования. Принимая во внимание перечисленные особенности можно сказать, что мы имеем дело с автоколебательным движением индентора.

Поскольку временной интервал между соударениями в приборах динамического действия превышает время непосредственного контакта при ударе как минимум на 3 порядка, рассмотрена взаимосвязь параметров движения индентора и энергии, поддерживающей это движение, в рамках стереомеханической теории удара. Данная теория основана на предположении мгновенности удара и позволяет вне рассмотрения самого

процесса соударения судить о свойствах соударяемых тел на основании изучения движения ударно-колебательной системы.

В рамках данной теории показано, что если при начальной высоте падения индентора $0 < h_n < h^*$ (где h_n – начальная высота падения индентора, h^* – установившаяся амплитуда колебаний) поступающая энергия превышает теряемую, амплитуда колебаний увеличивается до тех пор, пока не станет равной h^* . При $h_n > h^*$ энергия потерь превышает потребляемую, и амплитуда колебаний уменьшается до значения h^* . Таким образом, вне зависимости от энергии первого удара по материалу с заданной твердостью, данному значению твердости будет соответствовать определенное значение установившейся амплитуды h^* , что является существенным преимуществом по сравнению с одиночными измерениями, где высота и скорость отскока сильно зависят от h_n .

Основным признаком автоколебательной системы является наличие ограничителя нарастания колебаний, который обязательно должен являться нелинейным элементом. В данном случае таким элементом является ключ, который управляет импульсом силы, воздействующим на индентор. Усилие, передающееся со стороны источника энергии на индентор, является функцией конструкции экспериментальной установки, положения и скорости индентора.

В работе приводятся данные о преимуществе автоколебательного метода контроля твердости образцов из резины. Так, были проведены эксперименты на образцах резин с твердостью 32, 38, 46, 55 и 64 единиц по Шору по шкале А. Оценка твердости осуществлялась как в результате одиночных измерений при постоянной энергии удара, так и при установившемся автоколебательном движении индентора. Результаты эксперимента показали, что чувствительность $\frac{dT}{dH}$ (где T – регистрируемый параметр, H – твердость по Шору по шкале А) рассматриваемого метода контроля оказалась на 23-25 % выше, чем при упруго-динамическом методе одиночных измерений, а точность, определяемая как $\frac{dT}{dH} / \Delta H$ (где ΔH – доверительный интервал), возросла на 30–35 %.