

**Сравнительный анализ и пути совершенствования  
бесконтактных способов измерения механических параметров  
колебательных процессов**

Степаненко Д.А., Минченя В.Т., Автушко А.П., Богданчук К.А.,  
Длусская Е.В., Янович И.В.

Белорусский национальный технический университет

Анализ бесконтактных датчиков, применяемых для измерения параметров колебаний, показывает, что наиболее простыми по конструкции и дешевыми являются индуктивные и индукционные датчики. Для измерения параметров колебаний ферромагнитных волноводов могут применяться индукционные датчики на основе эффекта Виллари (обратной магнитострикции), состоящего в изменении намагниченности материала при воздействии на него механических напряжений. Переменное магнитное поле, возникающее при изменении намагниченности в процессе колебаний, может быть зарегистрировано с помощью индукционной катушки. Недостатком существующих датчиков является нелокальность измерений, делающая невозможным измерение распределения амплитуды напряжений по длине волновода. Нелокальность связана с применением протяженных катушек, охватывающих длинный участок волновода, и может быть снижена за счет использования плоских спиральных катушек. В работе представлены конструкция и технология изготовления трех типов датчиков с плоскими катушками, формируемыми путем однослойной намотки проволоки и электрохимического травления медной фольги с использованием спиральной маски. Один из разработанных датчиков снабжен миниатюрным встроенным усилителем, питание которого осуществляется за счет сбора энергии колебаний с помощью дополнительной индукционной катушки.

Для оценки линейности разработанных датчиков выполнены измерения амплитуды напряжений в жестком волноводе с постоянной площадью поперечного сечения, совершающем продольные колебания. Линейность датчиков подтверждается гармоническим характером изменения их выходных сигналов. Результаты измерения распределения амплитуды напряжений по длине волновода согласуются с теоретически предсказываемым синусоидальным распределением, что подтверждает локальность измерений. В случае нежестких волноводов, совершающих комбинированные продольно-изгибные колебания, наблюдается механическая нелинейность, приводящая к негармоническому изменению выходного сигнала.