

УДК 620.179.16
МЕТОД И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БЕЗЭТАЛОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ РАСТЯЖЕНИЯ ПРИ ЗАТЯЖКЕ РЕЗЬБОВЫХ
СОЕДИНЕНИЙ

Н. В. ЛЕВКОВИЧ, А. Л. МАЙОРОВ, В. В. ПАРАДИНЕЦ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Известно, что определение степени затяжки резьбовых соединений является необходимым условием работоспособности многих технических систем. Наиболее широкое применение для измерения степени затяжки получили динамометрические ключи. Однако точность измерения данным инструментом не всегда адекватна стоящей задаче. Связано это с рядом объективных трудностей, например, трением в резьбовом соединении. Наиболее рациональным является измерение создаваемого в процессе затяжки механического напряжения непосредственно в болте или шпильке. Хорошие перспективы для этих целей имеет метод акустоупругости. Суть метода заключается в зависимости упругих характеристик материала от действующих механических напряжений. Упругие характеристики, в свою очередь, могут быть определены по изменению скорости распространения упругих колебаний. Эффекты изменения скорости малы, составляют единицы процентов, но при современном уровне развития техники измерений, достаточны, чтобы устойчиво фиксироваться. На основании описанного явления в Российской Федерации был разработан ГОСТ Р 52889-2007 «Акустический метод контроля усилия затяжки резьбовых соединений». Однако реализация данного стандарта достаточно сложна, так как при увеличении усилия затяжки, кроме возникновения напряжений, происходит удлинение болта или шпильки, что вносит ошибку в измерительную процедуру. Обычно для оценки удлинений в расчетных формулах может быть использован соответствующий коэффициент. Но этот коэффициент должен быть определен для каждого материала и для используемой термообработки.

С целью устранения данного влияния и упрощения измерительной процедуры, нами предложен безэталонный метод измерений. Суть метода заключается в использовании нескольких мод колебаний. Следует учитывать, что напряжения воздействуют на те моды акустических колебаний, направление смещения частиц в которых совпадают с приложенными механическими напряжениями. При затяжке резьбового соединения в нем возникают растягивающие напряжения в осевом направлении и небольшие усилия сжатия в поперечном направлении. Например, возникающие в результате затяжки напряжения растяжения действуют вдоль оси объекта контроля. Для их фиксации рациональным

является использование продольной акустической волны. В свою очередь, для оценки удлинения может быть использована поперечная волна.

Описанный подход был реализован для измерения напряжения в шпильках в процессе затяжки. Комплект оборудования включает специализированный электронный блок, акустический блок, управляющий компьютер и программное обеспечение, позволяющее проводить измерения в on-line режиме. Электронный блок содержит два канала передачи – приема сигналов. Один канал предназначен для продольных волн, второй – для поперечных волн, осуществляет генерацию электрических импульсов подаваемых на акустический блок, прием, обработку и усиление электрических импульсов, поступающих от акустического блока, после прохождения ультразвуковых импульсов через шпильку. Акустический блок (рис. 1) содержит два электроакустических преобразователя: один для излучения – приема продольных акустических волн, второй для излучения – приема сдвиговых (поперечных) упругих волн.

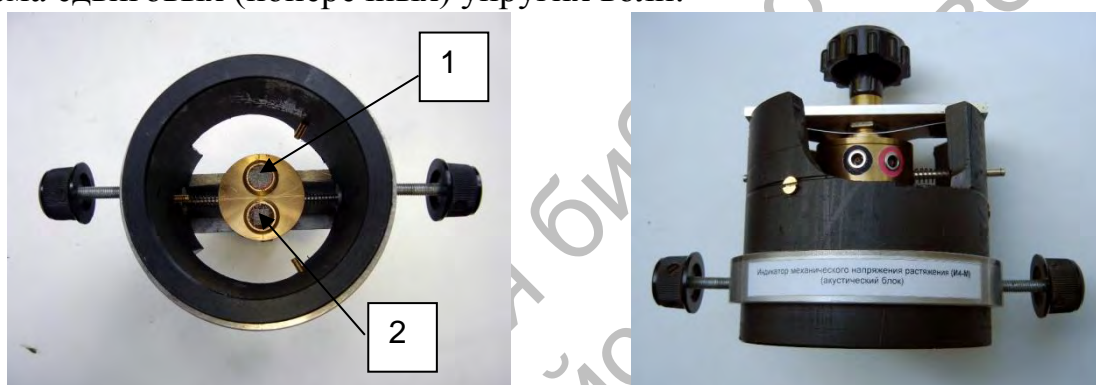


Рис. 1. Акустический блок: 1, 2 – датчики продольной и поперечной волн

На рис. 2 представлен интерфейс пользователя программы для измерения напряжения. Предварительно вводятся параметры измерения, такие как длина

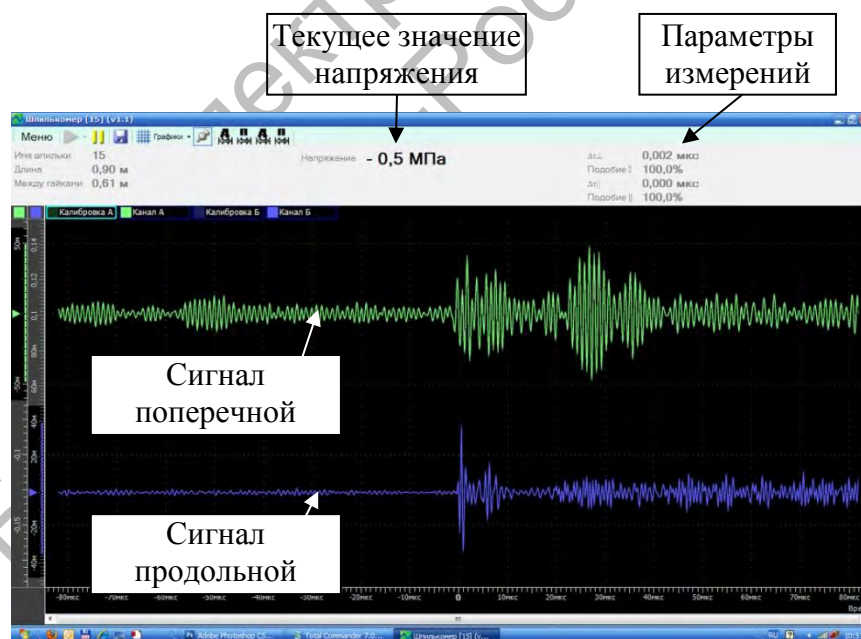


Рис. 2. Интерфейс пользователя

расстояние, подвергаемое воздействию при затяжке, и т. д. Для оценки напряжений сигнал фильтруется, так как нас интересует фазовая скорость звука. Вычисления проводятся на основании корреляционных зависимостей, полученных на разрывной машине.