

О ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИИ

Юдин С.А. (аспирант, Университет ИТМО, Санкт-Петербург), **Исаев Р.М.** (к.т.н., ассистент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – к.т.н., доцент, Андреев Ю.С.
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

В работе рассмотрена конструкция пьезоэлектрического датчика вибрации с компрессионным вибропреобразователем с упругим поджатием. Рассмотрены выдвигаемые требования к шероховатости поверхности, а также геометрической точности деталей, входящих в состав датчика вибрации и их описание.

Исследованию колебаний уделено большое внимание, так как с помощью измерения вибраций успешно решаются вопросы связанные развитием техники в области повышения ее надежности и безопасности, что важно в таких областях науки и техники как энергетика, машиностроение, металлургия, авиационной и ракетно-космической технике, судостроении.

Из существующих типов датчиков для измерения механических колебаний стоит отметить пьезоэлектрические датчики вибрации, так как они работают при высоких температурах, сильных переменных электромагнитных полях, интенсивных вибрационных и ударных нагрузках, высоких давлениях.

При разработке и модернизации пьезоэлектрических датчиков вибрации, особое внимание уделяется изменению конструкции, что приводит к ее усложнению, ужесточению требований к шероховатости поверхностей и геометрической точности деталей из состава датчика. При этом стоит отметить, что обеспечение заданного значения шероховатости поверхностей не гарантирует получения необходимых эксплуатационных свойств поверхности.

Конструкция рассматриваемого пьезоэлектрического датчика вибрации с компрессионным вибропреобразователем с упругим поджатием предполагает сопряжение между собой следующих деталей и сборочных единиц: «Основание», «Стойка», «Шайба», «Груз», «Прокладка», «Гайка» и «Блок пьезоэлементов», состоящий из «Шайб пьезоэлектрических» и «Шайб токопроводных». Точность датчика зависит от расположения «Блока пьезоэлементов» относительно поверхности объекта, с которого необходимо снимать информацию о вибрациях, ось чувствительности датчика должна быть перпендикулярной плоскости основания. В связи с этим к сопрягаемым поверхностям деталей конструктором, основывающимся на базовых принципах конструирования, была задана шероховатость поверхности по параметрическому критерию Ra 0,4 (среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины). При этом конструктором в чертеже задано требование о получении данной шероховатостью поверхности при помощи доводочной операции, которая в свою очередь является трудоемким процессом. Единственной контактной поверхностью с шероховатостью более грубой и равной Ra 0,8 является нижняя установочная поверхность детали «Основание».

Помимо ранее описанных требований к шероховатости поверхности также выдвигаются требования к геометрической точности деталей в виде допусков формы и расположения, таких как допуск параллельности, допуск плоскостности и допуск перпендикулярности. В зависимости от детали требования к допуску параллельности лежат в интервале от 0,005 до 0,05 мм, к допуску плоскостности от 0,003 до 0,01 мм, к допуску перпендикулярности – 0,05 мм. При этом допуски на размеры выполнены в пределах допусков по h12, H12 и $\pm IT/2$.

В существующих работах ранее было показано, что шероховатость поверхности детали «Основание» влияет на относительный коэффициент поперечного преобразования (далее ОКПП) и позволяет улучшить данную характеристику датчика, а также представлен

эталонный графический критерий шероховатости для заданной характеристики ОКПП пьезоэлектрического датчика вибрации. При этом было установлено, что параметры R_{pk} и R_{ku} , отвечающие за пиковые значения шероховатости и островершинность соответственно, являются определяющими факторами при определении режимов резания методом токарной обработки. Стоит отметить, что исследования значимости технологии обработки, а также шероховатости поверхности и геометрической точности пьезоэлектрического элемента при его изготовлении и влиянии описанных факторов на его пьезоэлектрические характеристики, а также на ОКПП пьезоэлектрического датчика вибрации, не проводились.

Действующий технологический процесс по изготовлению деталей из состава пьезоэлектрического датчика, за исключением деталей «Стойка» и «Прокладка», «Шайба пьезоэлектрическая» и «Шайба токопроводная», предполагает выполнение доводочной операции. Используемые технологические режимы обработки, например, для детали «Основание», заключаются в двух циклах обработки при усилии прижима в 40 кгс в течении 90 мин. Обработка осуществляется между двумя доводочными кругами с алмазным режущим слоем фракции 7/5 и 60/40 для верхней и нижней поверхностей деталей соответственно.

Для измерения фактических значений шероховатости поверхностей и допуска формы и расположения были изготовлены десять образцов согласно действующему технологическому процессу. В результате обработки с указанными технологическими режимами фактические среднее значения шероховатости поверхности для десяти деталей равны $R_a 0,03$ и $R_a 0,05$ для поверхностей с требованиями к шероховатости $R_a 0,4$ и $R_a 0,8$ соответственно. Фактические же среднее значения допуска плоскостности составляют $0,001$ мм и $0,002$ мм для поверхностей с требованиями к допуску плоскостности $0,003$ мм и $0,01$ мм соответственно.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о несбалансированности требований к шероховатости поверхностей и геометрической точности деталей и о нерациональности используемых технологических режимов обработки для доводочной операции, что в свою очередь требует экспериментального исследования. Также необходимо исследовать степень влияния шероховатости поверхностей остальных деталей пьезоэлектрического датчика вибрации на ОКПП.