

Библиографический список

1. Тонкие пленки, взаимная диффузия и реакции / под ред. Дж. Поута, К. Ту, Дж. Мейера. – Москва : Мир, 1982. – 576 с.
2. Чебурахин, И. Н. Способ повышения стабильности тонкопленочных тензорезисторов / И. Н. Чебурахин, П. А. Колосов // Датчики и системы. – 2012. – № 10. – С. 23–25.
3. Волохов, И. В. Опыт применения новых технологических методик для повышения стабильности параметров тонкопленочных тензорезисторных датчиков давления, используемых в РКТ / И. В. Волохов, П. А. Колосов, И. Н. Чебурахин // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2011. – Т. 2. – С. 414–418.
4. Кандыба, П. Е. Повышенные импульсные электрические нагрузки в производстве тонкопленочных резисторов / П. Е. Кандыба, П. А. Фоменко // Электронная техника. Сер. VI, Микроэлектроника. – 1971. – Вып. 8 (34). – С. 115–120.

К. С. Петелин, С. Р. Таишев, И. Н. Чебурахин, В. В. Кикот

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

АО «НИИФИ», г. Пенза, Россия

В рамках научной работы по исследованию возможности применения продукции АО «НИИФИ» в составе изделий ФГУП «ЦНИИмаш» (г. Королёв) рабочей группой специалистов предприятия разработан макет пьезоэлектрического датчика давления (далее – датчик) для измерения давления на технически сложных объектах.

Кроме требований к габаритам, внешнему виду и пьезоэлектрическим характеристикам заказчиком были установлены следующие технические требования:

- толщина готового изделия не должна превышать 0,5 мм;
- материал изолирующей пленки должен иметь гибкость, достаточную для изгиба изделия в середине на 90° без выхода из строя;
- в области А (рис. 1) верхний слой пленки должен быть снят, чтобы иметь возможность припаивания к контактам кабельной измерительной линии.

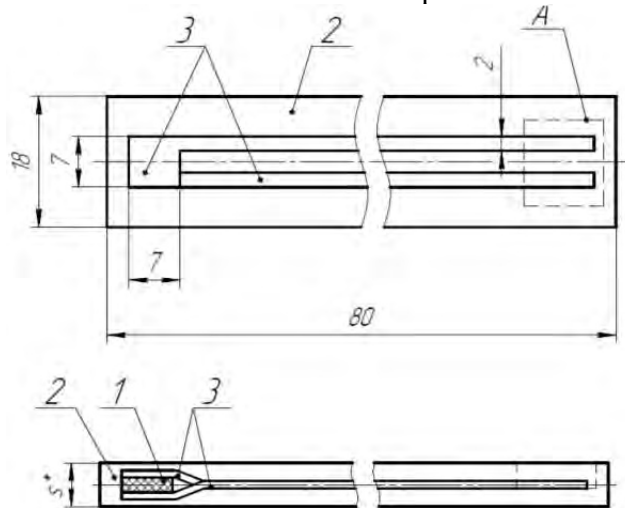


Рис. 1. Конструкция макета датчика:

1) пьезоэлемент; 2) полиимидная пленка; 3) фольга 0,005 мм

В процессе разработки были проработаны вопросы технологии изготовления, сборки и испытаний датчика.

Для изготовления датчика были разработаны эскизы пьезоэлемента (рис. 2), верхнего и нижнего электрода (рис. 3) и в целом конструкции датчика (рис. 1), а также комплект технологической документации.

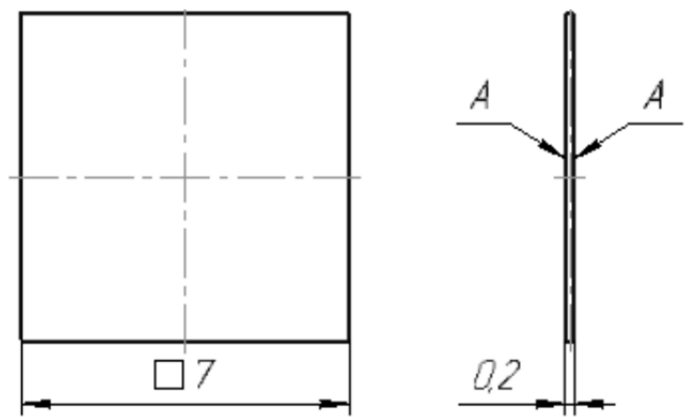


Рис. 2. Эскизы пьезоэлемента: 1 – неуказанные предельные отклонения размеров $\pm \frac{11}{2}$;
2 – поверхность А:ВжСр5min; 3 – на поверхности пьезопленки не допускаются трещины, вздутия и отслаивания покрытия

Для изготовления верхнего и нижнего электродов применялась технология фотолитографии, чтобы обеспечить требования к внешнему виду (рис. 3).

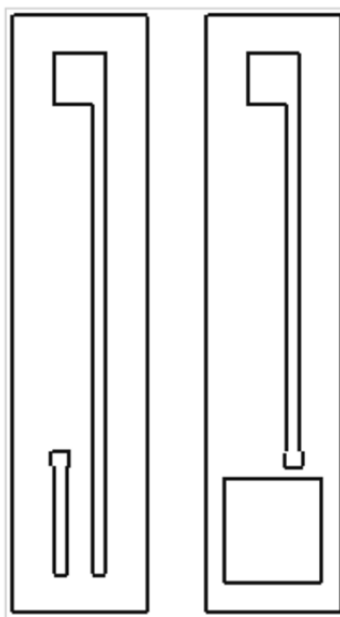


Рис. 3. Верхний и нижний электрод

Сборка датчика производилась согласно рис. 1.

Специалисты ФГУП ЦНИИмаш (г. Королев, МО) провели внутренние испытания: при подаче давления в 150 МПа длительностью ~2–10 мкс выходной сигнал датчика при использовании емкостной нагрузки 13 пФ достигает 150 В. График представлен на рис. 4.

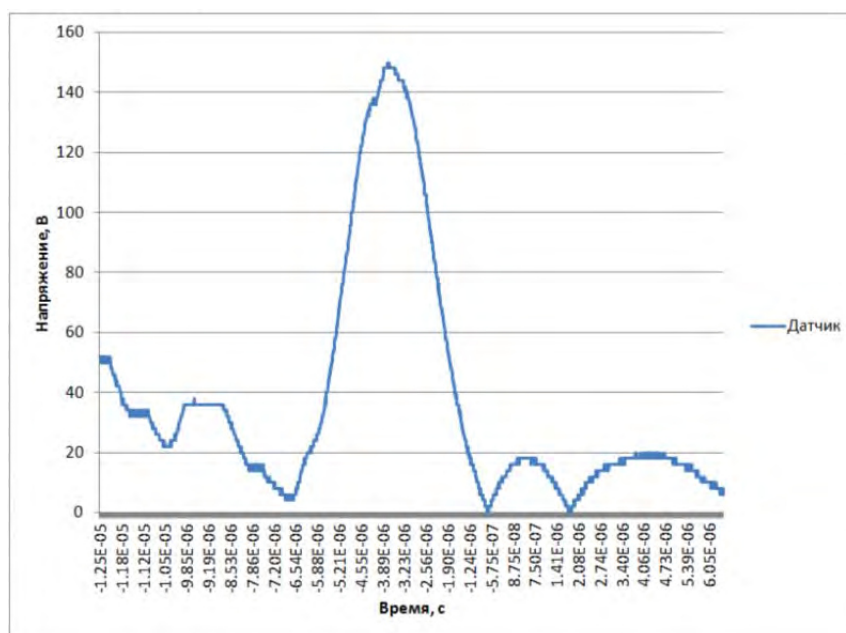


Рис. 4. График результатов испытания

Полученное напряжение является избыточным для измерительной аппаратуры, на которую планируется устанавливать датчик. При отсутствии емкостной нагрузки расчетное значение сигнала составит около 500 В.

Использовать более высокие нагрузки нецелесообразно, т.к. при быстропотекающих процессах длительностью импульса ~2–10 мкс искажается форма сигнала.

Это прослеживается на графике, представленном на рисунке 5, когда сигнал достигает 10 В при этом же давлении, нагрузка около 650 пФ.

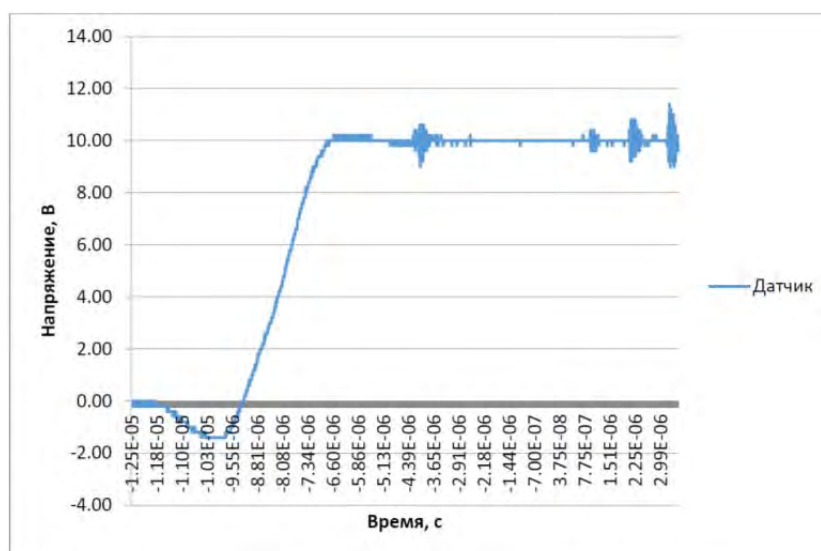


Рис. 5. Сигнал, полученный при использовании более высокой нагрузки

В результате испытаний выявлено, что для работы датчиков в диапазоне давлений от 100 МПа до 1 ГПа в составе измерительной аппаратуры требуется снижение избыточной чувствительности датчиков примерно в 10–20 раз. Данное требование заказчика возможно обеспечить, изменяя габариты и материалы (пьезокварц, ниобат лития, сегнетожесткие материалы пьезокерамические [1] и др.), используемые при изготовлении пьезоэлемента (рис. 1).

Предварительные условия эксплуатации датчика определены температурным режимом от минус 60 °С до плюс 200 °С. Другие условия эксплуатации (влажность, давление, радиационная стойкость и пр.) определяются после разработки программно-аппаратного комплекса.

Программно-аппаратный комплекс представляет собой систему диагностики и контроля физических параметров (далее – система), способную проводить измерения ряда параметров технически сложных объектов (рис. 6).



Рис. 6. Система диагностики и контроля

Система предназначена для применения в таких отраслях экономики, как ракетно-космическая техника (на стартовых комплексах, в системах диагностики и контроля ракетно-космических аппаратов, наземно-космической инфраструктуры и т.п.), в специальной технике и атомной электроэнергетике.

Из общепромышленных отраслей данная разработка найдет применение в сельском хозяйстве (диагностика и контроль работоспособности сельскохозяйственного оборудования и транспорта), в автомобилестроении, а также в проектах типа «Умный город». В подобных проектах возможна установка систем на опорных конструкциях мостов, на критически важных участках федеральных дорог, объектах ЖКХ, на стратегически важных зданиях и сооружениях и т.д.

Библиографический список

1. Яффе, Б. Пьезоэлектрическая керамика / Б. Яффе, У. Р. Кук, Г. Яффе. – Москва : Мир, 1974. – 290 с.

А. В. Рудин, А. С. Руськин

МНОГОКАНАЛЬНОЕ АКУСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЯ МИКРОТРЕЩИН В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

В современном машиностроении задача о надежности и прочности деталей машин, опор, механических узлов, конструкций, валов, болтовых и резьбовых соединений является чрезвычайно важной и ответственной. Образование микротрещин в деталях и конструкциях машин может привести серьезной поломке и даже аварии. Например, выход из строя детали двигателя или фюзеляжа авиалайнера в режиме его эксплуатации может привести к катастрофе [1]. Периодический мониторинг деталей машин и своевременное обнаружение микродефектов позволит их вовремя заменить и тем самым избежать поломки этих деталей в процессе их эксплуатации.

Проводить диагностику деталей машин и конструкций, как в лабораторных условиях, так и в режиме их эксплуатации позволяет метод акустической эмиссии [2, 3].