

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 620.191.33:681.17

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ
ПРЕДРАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

© 2013 г. Б. Н. Рахимов, Т. В. Ларина, Е. Ю. Кутенкова, М. Ф. Носков*

Поступила в редакцию 20.07.2012 г.

DOI: 10.7868/S0032816213040113

Оптическое устройство предназначено для определения мест предразрушения конструкции путем мониторингования изменений пропускания оптических волокон, являющихся чувствитель-

ными элементами датчиков каких-либо физических величин (например, деформации, усилия, ускорения, плотности растворов и т.д.). Устройство применяется при испытании элементов кон-

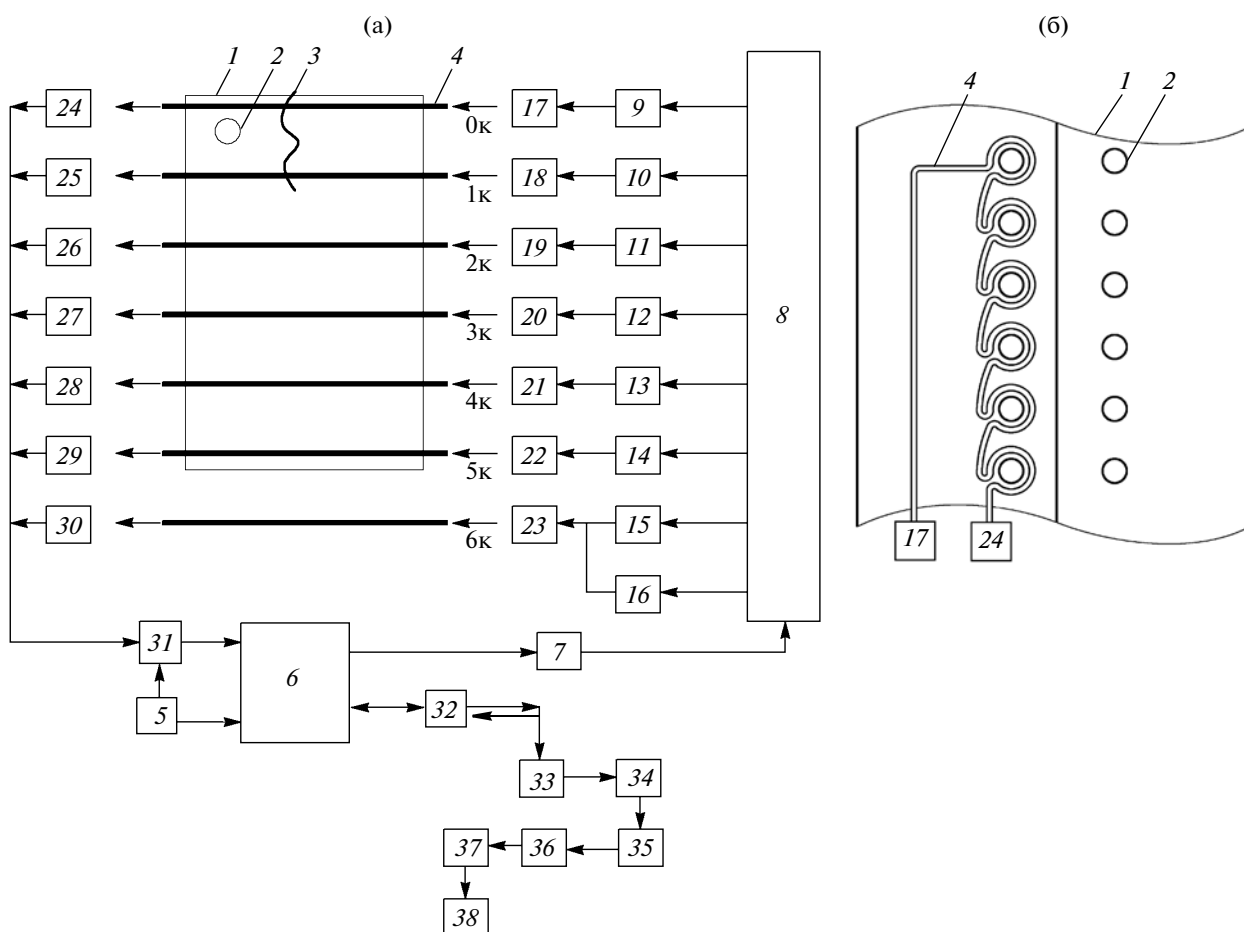


Схема устройства определения мест предразрушения конструкций (а) и фрагмент испытываемого образца летательного аппарата (б). 1 – фрагмент испытываемой конструкции летательного аппарата; 2 – болтовое или клепаное соединение панелей с ребром жесткости; 3 – трещина; 4 (0к–6к) – полимерные световоды (датчики); 5 – источник питания; 6 – микроконтроллер; 7 – коммутатор; 8 – усилитель мощности; 9–16 – подстроечные резисторы; 17–23 – лазерные диоды; 24–30 – измерительные приемники оптического излучения; 31 – усилитель; 32 – приемо-передатчик RS232; 33 – компьютер; 34 – файлы данных; 35 – цифровая обработка данных; 36 – математическая обработка результатов; 37 – статистика экспериментов.

*Саяно-Шушенский филиал Сибирского федерального университета, Саяногорск, Россия.

струкций и машин, в том числе летательных аппаратов [1–3].

Устройство (рисунок) работает следующим образом. Торцы отрезков оптического волокна 4 (7 каналов датчиков 0к–6к), жестко закрепленных на испытываемой конструкции 1 с помощью прозрачного для излучения клея, освещаются лазерными диодами 17–23. Питание на них подается от источника 5, вырабатывающего импульсы, через микроконтроллер 6 (либо напрямую через усилитель 31), коммутатор 7, усилитель-коммутатор 8, резисторы 9–15 сопротивлением R и ограничивающий резистор 16 сопротивлением R_0 . Световой поток, прошедший через оптическое волокно 4, приемниками 24–30 преобразуется в электрический сигнал и, далее, попадает на усилитель 31. В микроконтроллере 6 сигнал преобразуется в цифровой код, поступает на приемопередатчик RS232 (32), данные с которого поступают в компьютер, где записываются в виде файла. При статических нагружениях испытываемой конструкции имеет смысл производить опрос один раз за 10–20 с, а при испытаниях оптических волокон при постоянной нагрузке или фиксированном удлинении – раз за 10–15 мин. Дальнейшая обработка сигнала осуществляется с использованием программного обеспечения и состоит в цифровой фильтрации, определении ширины трещины – предразрушения и выполнении задач исследований, проводя расчет одновременно, например, для двадцать таких датчиков.

На рисунке (а) канал 6к служит в качестве опорного, сигнал с которого может быть использован для учета влияния температуры окружающей среды на мощность излучения светодиодов. Чтобы избежать влияния разогрева диодов при прохождении тока через них, выбран режим непрерывного опроса каналов, даже в том случае, если канал не используется или компьютер не запрашивает данные измерения в течение длительного времени. При этом можно считать тепловой режим работы излучателей относительно ста-

бильным, а мощность излучения неизменной. Для дополнительной стабилизации мощности излучения питание светодиодов осуществляется от стабилизированного источника напряжения.

Устройство используется для мониторинга образования трещин в конструкциях летательных аппаратов. В местах предполагаемого возникновения усталостных трещин аппаратов наклеиваются отрезки оптических волокон. Уменьшение, а затем и полное пропадание оптического сигнала в волокнах свидетельствует о зарождении и развитии трещин в испытываемой конструкции (образце).

По результатам этой работы создано устройство определения мест предразрушения конструкций “ОСП-7М”.

Основные технические характеристики. Чувствительность к раскрытию трещин 20–25 мкм; число каналов 7 шт.; длина рабочей части датчика 20–2000 мм; диапазон рабочих температур 0–50°C; время прогрева прибора ≤ 3 мин. Напряжение питания 220 ± 10 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность ≤ 5 Вт; масса системы без э.в.м. ≤ 3.5 кг.

Световоды не подвержены коррозии, они также обеспечивают визуализацию места разрушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахимов Б.Н., Ларина Т.В., Кутенкова Е.Ю. Патент РФ № 2462698 С2. Класс МПК G01N 11/16 // БИ. 2012. № 27.
2. Рахимов Н.Р. // ПТЭ. 2005. № 4. С. 161.
3. Рахимов Н.Р., Серьёзов А.Н. Патент РФ № 2316757. Класс МПК 51. G 01 N 21/88 G 01 № 3/32// БИ. 2008. № 4.

Адрес для справок: Россия, 630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, Сибирская государственная геодезическая академия; тел.: 8(383)344-40-58, факс +7(383)344-40-58, 8(383)344-40-58. E-mail: n_rah@ngs.ru.