

5. Лукачев, С.В. Влияние начальной неоднородности топливовоздушной смеси на образование бенз(а)пирена в прямоточной камере сгорания [Текст] / С.В. Лукачев, С.Г. Матвеев, А.Ф. Урывский, М.Ю. Анисимов // Физика горения и взрыва. – Новосибирск, 1991.-№2. – С. 76-79.

6. Лукачев, С.В. О влиянии качества распыления топлива на выброс бенз(а)пирена с отработанными газами авиационных ГТД [Текст] / С.В. Лукачев, С.Г. Матвеев // Изв. вузов. Авиационная техника. – Казань, 1992.- №3. – С. 74-76.

7. Slavinskaya, N.A. A modeling study of aromatic soot precursors formation in laminar methane and ethane flames / N.A. Slavinskaya, P. Frank // Combustion and flame. – Combustion institute, Pittsburgh, 2009. – V. 156, P. 1705-1722.

8. Свидетельство о государственной регистрации № 2011620337. База термодинамических данных и констант химических реакций, использующихся в детальных кинетических схемах окисления углеводородных топлив / Матвеев С.Г., Орлов М.Ю., Чет И.В. СГАУ. – заявка № 2010620619; заявл. 21.11.2010; зарегистрирована 05.05.2011.

УДК 621.035

## ОПТОВОЛОКНО В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СОВРЕМЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Гришанов В.Н.<sup>1</sup>, Гришанова Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет

<sup>2</sup>Поволжский филиал ОАО «НПО Энергомаш», Самара

### FIBER-OPTICAL IN THE INFORMATION SYSTEMS OF THE MODERN ENGINE

*Grishanov V.N., Grishanova E.V. The prospects of use of fibre-optical technologies in information systems of the modern engine are presented in this paper, in particular, in automatic units. Readiness of element base fibre-optical sensority to satisfaction is shown a complex of the physical and operational requirements shown to gages of temperature, pressure, movings, impurity by the standard documentation.*

Во временном аспекте в построении систем управления двигателями летательных аппаратов (ЛА) можно выделить три этапа: механический, электронный и оптико-электронный. Под механическим подразумевается этап, когда агрегат автоматике выполнял свои функции без преобразования механических и тепловых физических величин в электрические. Электронный этап предполагает включение в контур управления или регулирования аналоговых или цифровых электронных блоков, а в датчиках физических величин осуществляется преобразование значений этих величин в электрические сигналы, которые передаются в электронные блоки по проводам. Оптико-электронный этап отличается от электронного тем, что в датчиках значение физической величины преобразуется в оптический, передается он по оптоволокну, а его преобразование в электрический сигнал про-

исходит лишь на входе электронных блоков, которые могут располагаться вне области интенсивных тепловых и вибрационных нагрузок двигателя.

Оптоволокну как элемент датчика или канала передачи информации имеет много преимуществ по сравнению с другими технологиями. Наиболее важным преимуществом считается его нечувствительность к электромагнитным помехам, спектральным состав которых не попадает в оптический диапазон. Кроме того, они химически пассивны, имеют малую плотность материала (плотность стекол 2100...2500 кг/м<sup>3</sup>) по сравнению с хорошими проводниками электрического тока (плотность меди 8960 кг/м<sup>3</sup>) механически и термически совместимы с самыми разнообразными условиями применения.

Эффективность оптоволоконных линий передачи информации в дополнительной ар-

гументации сейчас уже не нуждается и они всё шире применяется в самых разных системах ЛА, поэтому основное внимание в настоящем сообщении сосредоточено на использовании оптоволоконна в датчиках, предназначенных для очувствления информационно-управляющих подсистем двигателя. Из многообразия оптоволоконной сенсорики [1] выбраны области, в которых оптоволоконные датчики уже массово применяются и продемонстрировали высокую надёжность, давая основания разработчикам агрегатов автоматики двигателей ЛА удовлетворить принятым законодательным нормам конструирования подобных систем.

Измерение температур как в отдельных узлах двигателя так и её распределение по его корпусу представляют собой набор параметров, без которых невозможна штатная эксплуатация двигателя. Для решения задач измерения распределений умеренных температур разработана и испытана отечественная система температурного мониторинга, основанная на физическом эффекте рамановского рассеяния в стандартных кварцевых многомодовых оптических волокнах [2]. Принцип работы системы основан на рефлектометрическом методе измерения обратного рассеянного на вибрирующей вследствие температурного нагрева кристаллической решетки оптического волокна излучения. Интенсивность отраженного оптического сигнала зависит от температуры, а его запаздывание – от длины пути по волокну. Таким образом, отрезок оптоволоконна длиной 1 км и рефлектометр с разрешением по расстоянию 1 м эквивалентен 1000 точечным датчикам температуры. При использовании освоенных в производстве оптоволоконна погрешность измерения температуры не превышает 1°C, а верхняя граница температурного диапазона прогнозируется в 500 °С.

В диапазоне температур > 1000°C контактные датчики температур не сохраняют долговременную стабильность градуировочной характеристики, в то время как собственное излучение нагретых объектов позволяет измерять температуру бесконтактно пирометром. Ограниченное пространство двигательного отсека, температурные и вибрационные условия в нем не позволяют разместить пирометр внутри отсека. Одним из способов решения этой проблемы в пирометрии является разнесение в пространстве

приемной оптической системы (оптической головки) и фотоприёмника с блоком электроники посредством оптоволоконного кабеля [3]. Пирометры ПД-7 перекрывают температурный диапазон от 300 до 2500°C, имеют основную погрешность 0,5 % и разнесённые на 10 м оптоволоконном оптическую головку и блок электроники.

В двигателях ЛА также широко представлены датчики давления. Разработана разновидность подобного датчика, в котором величина прогиба мембраны измеряется волоконно-оптическим датчиком перемещений отражательного типа [4]. Принцип действия датчика следующий. Измеряемая физическая величина – перемещение мембраны – преобразуется в изменение мощности излучения, перетекающего из передающего оптоволоконна в приемное, отражаясь от перемещающейся мембраны мощность излучения на выходе приёмного оптоволоконна регистрируется фотоприёмником. Ясно, что таким датчиком можно фиксировать перемещения электро-механических исполнительных устройств автоматики двигателя как на стадии эксплуатации, так и на стадии разработки [5].

Доведены до практического применения оптоволоконные датчики влагосодержания светлых нефтепродуктов (топлива и масел) [6], преобразователи абсолютного углового положения объекта в поле тяготения [7].

### Библиографический список

1. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
2. Смирнов, Ю.В. Тепловой контроль и мониторинг технического состояния потенциально опасных объектов в условиях ограниченного доступа / Ю.В. Смирнов, В.А. Малай, О.Н. Будадин [и др.] // Контроль. Диагностика. – 2006. - № 11. – С. 24 – 27.
3. Неделько, А.Ю. Измерение температуры бесконтактным способом при наличии электромагнитных полей и токов высокой частоты / А.Ю. Неделько. // Контроль. Диагностика. – 2009. - № 6. – С. 48 – 51.
4. Крупкина, Т.Ю. Установка для проверки волоконно-оптического датчика давления отражательного типа / Т.Ю. Крупкина, Т.И. Мурашкина, Н.П. Кривулин // Измерительная техника. – 2008. - № 5. – С. 66 – 68.

5. Гришанов, В.Н., Звягинцев В.А., Лысенко Ю.Д. Разработка и исследование конструкций форсунок повышенного быстродействия для ДВС / В.Н. Гришанов, В.А. Звягинцев, Ю.Д. Лысенко // Вестник Самарского гос. аэрокосм. ун-та. – Самара: СГАУ, - 2009. - № 3 (19). – С. 360 – 364.

6. Бойков, А.Ю. Компьютерное моделирование некогерентного волоконно-оптического преобразователя влагосодержания светлых нефтепродуктов / А.Ю. Бойков

// Измерительная техника. – 2007. - № 4. – С. 68 – 72.

7. Кульчин, Ю.Н. Адаптивный волоконно-оптический измерительный преобразователь абсолютного углового положения / Ю.Н. Кульчин, О.Б. Витрик, А.В. Дышлюк // Измерительная техника. – 2006. - № 4. – С. 41 – 45.

УДК 744(075)

## КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Гаврилов В.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### CONTROL DIGESTION OF KNOWLEDGE FOR ENGINEERING DRAWING

*Gavrilov V.N. The students of technical college must to manage practical skills of reading and carrying-out of engineering drawing. The monitoring of attainments and ability is important element of training. The computer-aided testing used for control knowledge, but conventional method control is expedient action for study graphic discipline.*

Инженерная графика – прикладная дисциплина. Результат ее освоения – умение читать и выполнять чертежи. Выполнение чертежа требует знаний метода проецирования, изучаемого в курсе начертательной геометрии, и чертежных стандартов. Приобретение этих знаний является необходимым, но не достаточным условием получения конечного результата. Важно умение применять эти знания на практике. Поэтому контроль усвоения материала по дисциплине наряду с проверкой знаний включает проверку навыков чтения и выполнения чертежа.

Выполнение студентом графических работ в аудиторное и внеаудиторное время способствует приобретению необходимых навыков, а проверка и прием работ преподавателем – эффективный (а в прошлом единственный) способ контроля знаний и навыков. Однако, этот способ имеет два существенных недостатка:

- нет заинтересованности в самостоятельном изучении стандартов (студент получает отрывочную, но достаточную для сдачи работы, информацию со слов преподавателя во время консультаций);

- нет гарантий того, что работа выполнена студентом самостоятельно.

Введение контроля знаний в виде тестирования позволяет частично исправить эти недостатки. Промежуточный контроль применяется для проверки знаний по проекционному черчению и стандартов. Контрольная работа в конце семестра позволяет оценить навыки чтения и выполнения чертежа.

Для промежуточного контроля применяются тестовые задания закрытой формы (выбор правильного ответа из заданного набора). Эта форма позволяет проводить тестирование и оценивать результаты за минимальное время, но обладает рядом недостатков:

- набор готовых ответов не стимулирует процесс запоминания;

- неправильные ответы невольно откладываются в памяти студента и в дальнейшей деятельности могут быть приняты за правильные;

- не гарантируется достоверная оценка уровня знаний.

Другие формы задания (открытая, ответственность, упорядочивание) могут быть применены ограниченно ввиду специфики