

НОВОЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ  
ВОЛОКОННОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

В судовой энергетике просматривается тенденция к ужесточению национальных ограничений на работу двигателей внутреннего сгорания и к принятию мер, стимулирующих внедрение природоохранных технологий. В течение последнего десятилетия были резко ужесточены требования по предельно допустимым концентрациям вредных выбросов. В связи с этим перед судовладельцами, судостроительными и судоремонтными заводами, отраслевыми и контролирующими институтами встает вопрос об обеспечении квалифицированной оценки количественных концентраций токсичных компонентов отработанных газов в процессе эксплуатации и, что особенно актуально, на стадии проектирования и при производстве работ по глубокой модернизации судовой энергетической установки [1, 2].

В тоже время, анализ существующих газоаналитических устройств показал, что возможности большинства используемых газоанализаторов не позволяют реализовать эффективный мониторинг уровня токсичных выбросов в составе отработанных газов [3].

Для выявления причин возникшего дисбаланса в задачах контроля газовой среды судовых двигателей внутреннего сгорания были рассмотрены конструкции наиболее распространенных типов газоанализаторов.

Модель газоанализатора, используемая с 1980 года, состоит из импульсного излучателя, входного оптического волокна, многоходовой оптической кюветы из трех сферических зеркал, отводящего волокна и блока регистрации/обработки информации [4].

Наличие многоходовой оптической кюветы и отдельных световодов для подвода и отвода излучения нашло свое отражение в таких недостатках прибора:

значительная термическая нестабильность измерений элементов, выполненных из материалов с различными коэффициентами теплового расширения;

необходимость обработки контактной поверхности зеркал с чрезвычайно высоким качеством и поддержания ее в таком состоянии для предотвращения появления паразитной модуляции информационного сигнала;

необходимость в сложной системе компенсации нарушения гео-

метрии оптической кюветы вследствие теплового распространения ее элементов.

В меньшей степени эксплуатационные факторы влияют на метрологические характеристики волоконно-оптического газоанализатора [5]. Это измерительное устройство состоит из ртутной лампы, узкополосного фильтра, комбинированного световодного жгута, в котором для доставки излучения к контролируемой среде используется центральный световод, группы линз и полупрозрачного светораспределителя.

Использование оптического волокна гарантирует инвариантность ко многим дестабилизирующим факторам. Однако, характеристики измерителя существенно ограничивают:

- необходимость постоянной коррекции неидентичности параметров световодов в жгуте в начальный период применения прибора, и вызванную этим разную скорость деградиационных процессов во всех элементах жгута при дальнейшей эксплуатации;

- возможность контроля газового среды только известного состава или типа.

В сложившихся реалиях представилась целесообразной разработка нового схемотехнического решения датчика газового состава. Новый датчик позиционировался как средство контроля более широкого диапазона газовых сред. Его конструкция на базе деталей из однородных материалов должна была обеспечить повышенную защищенность элементов датчика. Одновременно предполагалось, что конструктивное исполнение датчика обеспечит:

- сохранение высокого уровня чувствительности и быстродействия устройств коаксиального типа;

- возможность оперативного использования в непрерывном или квазинепрерывном режиме для контроля газовой среды либо определения ее физических параметров;

- отсутствие необходимости в использовании химических реагентов;

- невмешательство оператора в каждое измерение (для отбора проб, поверки и т.д.).

Для решения поставленной задачи предлагается схема газоанализатора (рис. 1).

Основой волоконно-оптического газоанализатора является пластина из кварцевого стекла, к которой по окружности приварены 24 отрезка чувствительных волоконных световодов. В центре пластины нанесен отражательный слой, к которому приварен основной световод с волоконным разветвителем. На соответствующих плечах разветвителя смонтированы мультиплексор, демультимплексор и световоды для подвода и отвода излучения.

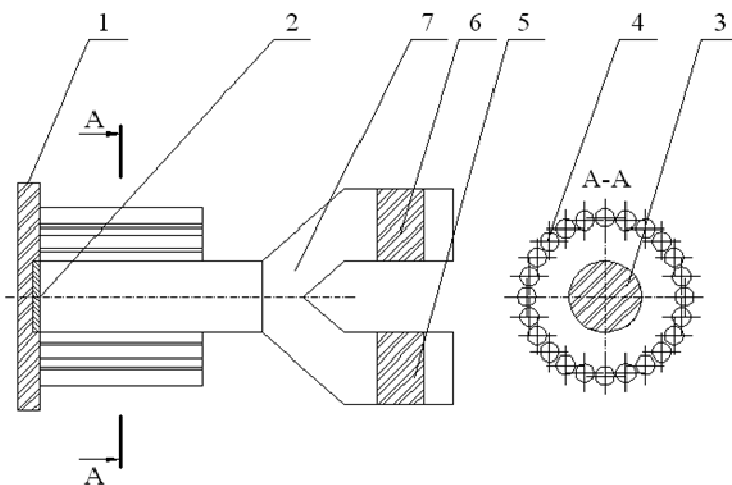


Рис. 1. Волоконно-оптический газоанализатор: 1 – основа, 2 – отражательный слой, 3 – основной световод, 4 – чувствительные световоды, 5 – мультиплексор; 6 – демультиплексор; 7 – разветвитель

В статическом режиме, то есть в отсутствии газовой среды, отличной от атмосферного воздуха, в основном световоде происходит уменьшение интенсивности оптического излучения. Это обусловлено только влиянием затухания в материале световода. Излучения, которые поступает от мультиплексора, имеет количество длин волн соответствующее количеству чувствительных световодов.

При погружении в контролируемую газовую среду, происходит перекачивание оптического излучения с основного световода в чувствительные световоды, то есть реализуется оптический туннельный эффект. После этого излучение с уменьшенной интенсивностью отражается от отражающего слоя и через соответствующую ветвь разветвителя поступает в демультиплексора.

Интенсивность зарегистрированного излучения будет пропорциональна величине измеренного параметра газовой среды. Величина длины волны, на которой будет зарегистрирована максимальная величина интенсивности света, будет отвечать конкретному типу газовой соединения. Дальнейшая обработка излучения, которое поступает с демультиплексора, позволит получить электрический сигнал, который будет пропорциональным величине концентрации контролируемой газовой среды.

Предложенная конструкция отличается тем, что для передачи и

приема светового излучения используется единый световод, а в качестве чувствительных элементов используются световоды с разными показателями преломления. Для компенсации влияния дестабилизирующих факторов применены элементы с одинаковыми коэффициентами теплового распространения, которые скомпонованы в единый блок.

Таким образом, в газоанализаторе предлагаемой конструкции, комбинация оптических элементов обеспечит:

более адекватное преобразование параметров газовой среды в изменение информационного сигнала;

компенсацию влияния дестабилизирующих факторов на измерительный канал газоанализатора;

увеличение диапазона контролируемых газовых смесей;

повышение качества функционирования за счет использования материалов с одинаковым коэффициентом теплового распространения и избрания рациональной схемы модуляции опорного излучения.

Использование газоаналитического датчика позволит адекватно и достоверно оценивать количественные концентрации токсичных компонентов отработанных газов и обеспечит работу флота на требуемом уровне экологической чистоты для окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климова, Е.В. Методы оценки уровня токсичных составляющих отработавших газов судовых дизелей: дис. канд. техн. наук: 05.08.05. – Астрахань, 2010. – 138 с.

2. Судовой механик: справочник/ Под редакцией А.А. Фока – Т. 2 – Одесса: Феникс, 2010. – 1036 с.

3. Фёдоров, А.Ф., Кузьменко, Е.А. Системы управления химико-технологическими процессами. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 224 с.

4. Аш, Ж. Датчики измерительных систем: в 2 книгах. Кн.2. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 424 с.

5. Удд, Э. Волоконно-оптические датчики. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.