

УДК 629.123

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ ОФФШОРНЫХ СУДОВ

Покусаев Михаил Николаевич¹, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация водного транспорта»

e-mail: evt2006@rambler.ru

Костыренко Василий Александрович¹, аспирант

e-mail: kostyrenkova@gmail.com

Трифонов Алексей Викторович¹, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация водного транспорта»

e-mail: trifonov91@inbox.ru

¹ Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Аннотация. На морских буровых платформах в случае выбросов попутных газов возможно образование взрывоопасных смесей с сероводородом. Для предупреждения возникновения взрывов и пожаров необходимо поддержание состава и параметров среды вне области воспламенения. Суда снабжения, обслуживающие морские буровые платформы и аварийно-эвакуационные суда, должны иметь систему снижения температуры отработавших газов. Существующие системы имеют недостаток, связанный с возможностью попадания воды в двигатель. Было предложено техническое решение по снижению температуры отработавших газов, но без подобных недостатков.

Ключевые слова: пожарная безопасность, снижение температуры отработавших газов, судовые энергетические установки.

EXHAUST GAS COOLING SYSTEM FOR OFFSHORE VESSEL DIESEL ENGINES

Mikhail N. Pokusaev¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Operation of Water Transport»

e-mail: evt2006@rambler.ru

Vasily A. Kostyrenko¹, Doctoral Student

e-mail: kostyrenkova@gmail.com

Alexey V. Trifonov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Operation of Water Transport»

e-mail: trifonov91@inbox.ru

¹ Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. Explosive mixtures with hydrogen sulfide may form on offshore drilling platforms in the event of associated gas emissions. To prevent the occurrence of explosions and fires, it is necessary to maintain the composition and parameters of the medium outside the ignition area. Supply vessels servicing offshore drilling platforms and emergency evacuation vessels must have

an exhaust gas temperature reduction system. Existing systems have the disadvantage of allowing water to enter the engine. A technical solution was proposed to reduce the exhaust gas temperature, but without similar disadvantages.

Keywords: fire safety, exhaust gas temperature reduction, marine power plants.

При добывании нефти на буровых платформах, на поверхность выделяется попутный газ содержащий сероводород. Сероводород чрезвычайно токсичен для человека в небольших концентрациях. При более высоких концентрациях он легко воспламеняется. Прорыв этого газа на поверхность, если на него немедленно не отреагировать и не контролировать его, может привести к травмам или смертельному исходу, пожарам и взрывам.

Если выброс сероводорода произойдет во время неблагоприятных погодных условий, то эвакуация персонала с пострадавшей буровой установки, а также судов и установок с подветренной стороны может быть серьезно затруднена. Выброс с участием сероводорода потенциально может привести к нарушению морских перевозок, рыболовства и нефтегазовой инфраструктуры. Гибель людей и нарушение непрерывности бизнеса могут привести к существенной финансовой и юридической ответственности, требованиям о компенсации, штрафам и возможному судебному преследованию [1].

Согласно контракту между «Caspian Offshore Construction LLP» и AGIP суда «Mangystau-4», «Mangystau-5» на месторождения Кашаган с высоким содержанием сероводорода были оборудованы системой охлаждения выхлопных газов [2]. В ходе эксплуатации этой системы был выявлен недостаток - в системе используется забортная вода, что вызывает постепенное загрязнение проточных частей системы и отложение солей при работе в морских условиях, что может привести к попаданию воды в цилиндры двигателя.

На кафедре «ЭВТиПР» ФГБОУ ВО «АГТУ» проводится работа по снижению температуры отработавших газов для различных типов судов, обслуживающих буровые платформы. Работа проводится в рамках договора (соглашения) с Фондом содействия инновациям №766ГССС15-L/81114 от 05.12.2022, о предоставлении гранта на выполнении работ по разработке новых товаров, изделий, технологий или услуг с использованием результатов научно-технических и технологических исследований, имеющих потенциал коммерциализации и находящихся на самой ранней стадии развития (Студенческий стартап).

В научной лаборатории «Судовые дизели» ФГБОУ ВО «АГТУ» создан стенд для испытаний на базе конвертированного двигателя Iveco 8041I06 (рисунок 1). На стенде установлен и испытан прототип системы обеспечения пожарной безопасности, который охлаждает отработавшие газы двигателя через теплообменный аппарат [3].



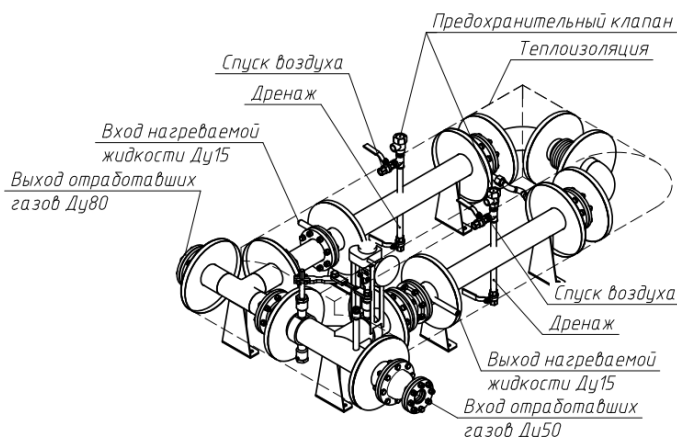


Рисунок 1 – Стенд на базе конвертированного двигателя Ivesco 8041i06

Для стенда разработана современная измерительная система, позволяющая проводить одновременные измерения по 8 параметрам и записывать показания на ЭВМ. Система была проверена на подтверждение метрологических характеристик в ФБУ «Астраханский ЦСМ». На систему получено заключение оценки технических и метрологических характеристик №3/06408.

Для измерения перепада давления отработавших газов на прототипе системы обеспечения пожарной безопасности применяется тягонапоромер ПД150. Для обеспечения контроля снижения температуры отработавших газов судового двигателя Ivesco 8041i06, установлены термопары ДТПЛ021-1,2/0,4 датчики температуры на входе и выходе из прототипа системы обеспечения пожарной безопасности. Для измерения показаний температуры водяного контура на стенде применяются преобразователи термоэлектрические ДТПЛ124-20-3.

Их установка производилась в трубопровод питательной воды для охлаждения отработавших газов. Для измерения гидравлического сопротивления до и после котла в водяной контур установлены датчики давления ПД100.

Для измерения расхода воды для обеспечения работоспособности прототипа системы обеспечения пожарной безопасности для водяного контура системы охлаждения прототипа системы обеспечения пожарной безопасности был установлен расходомер ВЗЛЁТ МР УРСВ-011.

Измерительная система прототипа системы обеспечения пожарной безопасности на базе программируемого реле ПР200 была смонтирована в электрическом щите.

Для оценки работоспособности прототипа снижения температуры отработавших газов испытания на стенде были проведены на разных режимах работы двигателя, включая перегрузку.

Зависимость температуры отработавших газов при испытаниях по нагрузочной характеристике представлена на рисунке 2.

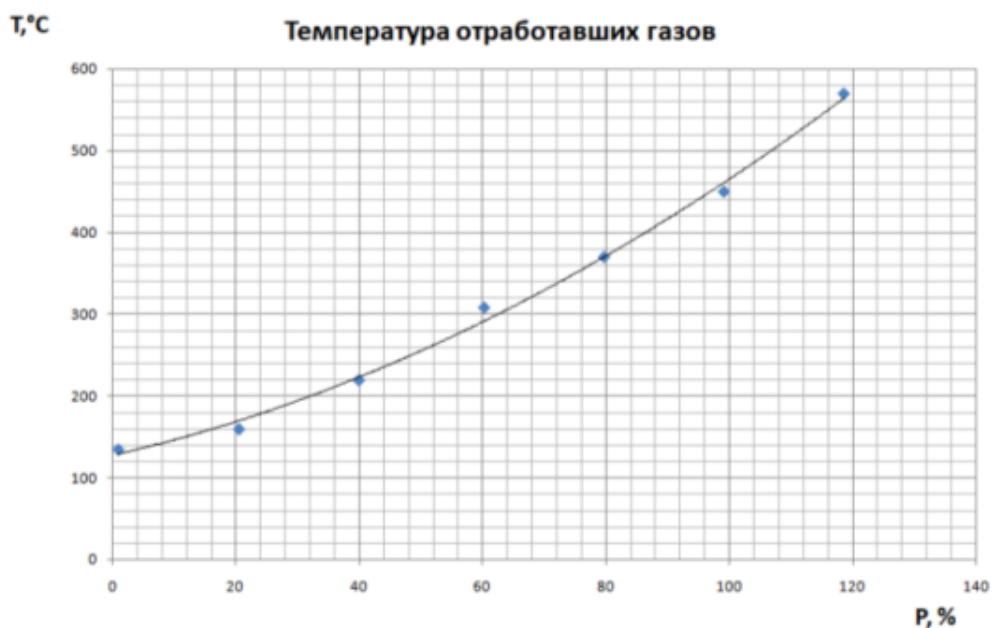


Рисунок 2 – Температура отработавших газов

Для проверки работоспособности прототипа системы обеспечения пожарной безопасности были проведены испытания по нагрузочной характеристике двигателя по ГОСТ 10448-2014. Испытания проводились при включении прототипа системы обеспечения пожарной безопасности и при перепуске отработавших газов мимо теплообменной части. Для оценки эффективности прототипа системы обеспечения пожарной безопасности по снижению температуры применялась измерительная система.

Проводились эксперименты при перегрузке двигателя, когда температура отработавших газов имеет самое высокое значение. На рисунке 3 показано как при этом менялась температура воды и отработавших газов в зависимости от времени.

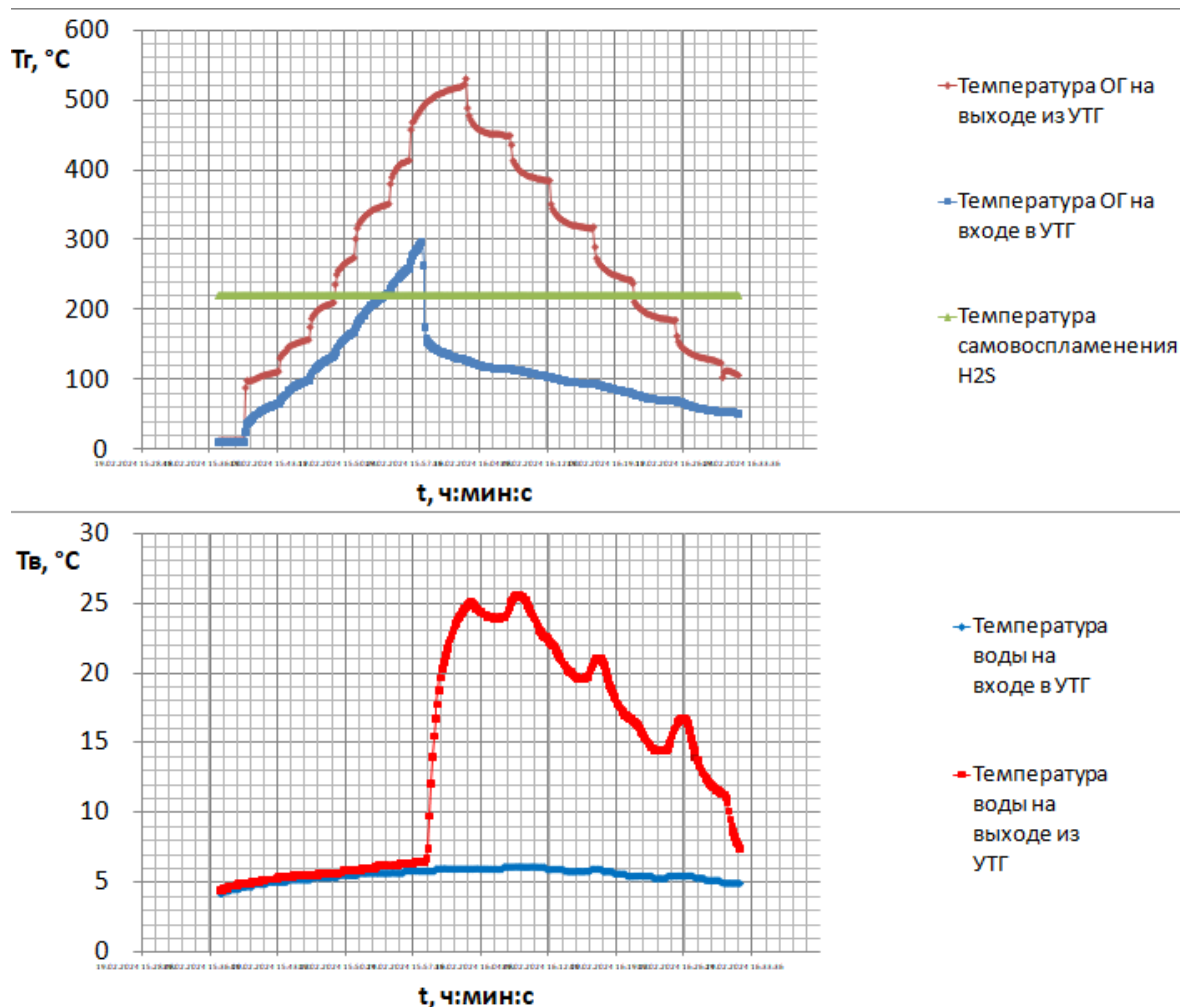


Рисунок 3 – Изменение температуры отработавших газов и воды при перегрузке двигателя

Каждая ступень на графике с температурой отработавших газов это холостой ход и 6 режимов нагрузки. При перегрузке двигателя 120% при температуре отработавших газов 540°C происходило снижение температуры до 120°C.

На нижнем графике показано изменение температуры охлаждающей воды. Максимальная температура нагрева воды 25°C.

Выводы

Испытан прототип системы обеспечения пожарной безопасности, установленный на стенде с двигателем Iveco 8041i06. Максимальное снижение температуры отработавших газов на режиме полной мощности двигателя происходило с 390°C до 90°C, что подтверждает работоспособность прототипа системы обеспечения пожарной безопасности. Обеспечивается температура отработавших газов ниже температуры самовоспламенения сероводорода 290 °C и таким образом снижается вероятность взрыва в рабочей зоне.

Список литературы:

1. Accident statistics for Floating Offshore Units on the UK Continental Shelf 1980-2003. – Research Report 353 Prepared by Det Norske Veritas, 2005. – 79 p.
2. Tsoraev S. Artificial island concept–specifics of construction and usage in the Caspian Sea: дис. – University of Stavanger, Norway, 2018.

3. Хряпченков А.С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы. Учеб. пособие, 2-е изд. перераб. и доп. — Л.: Судостроение, 1988. -296 с.: ил.

