ISBN 978-5-901722-00-8

УДК 629.5.069

СУДОВЫЕ СКРУББЕРЫ

Костин Максим Александрович[1], студент
e-mail: maks.kostig@mail.ru
Матвеев Юрий Иванович[1], доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатации судовых энергетических установок»
e-mail: matveeveseu@mail.ru

[1] Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В настоящее время большое внимание уделяется повышению экологичности на судах разного типа и назначения, и одним из устройств для решения данного вопроса, является скруббер – специальное устройство для очищения выпускных газов от NOx и SO_2. Скруббер, также может снизить затраты на техническое обслуживание и продлить срок службы оборудования, что несет положительную экономическую тенденцию для судовладельца.

Ключевые слова: скруббер, экология, вредные выбросы, суда, теплоход.

MARINE SCRUBBERS

Maksim A. Kostin[1], Student
e-mail: maks.kostig@mail.ru
Yuri I. Matveev[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Operation of marine power plants»
e-mail: matveeveseu@mail.ru

[1] Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Currently, much attention is being paid to improving environmental friendliness on ships of various types and purposes, and one of the devices to address this issue is a scrubber, a special device for purifying exhaust gases from NOx and SO2. The scrubber can also reduce maintenance costs and extend the service life of the equipment, which has a positive economic trend for the shipowner.

Keywords: scrubber, ecology, harmful emissions, ships, motor ship.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется повышению экологичности на судах разного типа и назначения. Существует множество устройств и систем для уменьшения вредных выбросов, но одним из самых распространенных на данный момент, является

скруббер – устройство для очистки отработавших выпускных газов от вредных выбросов (SO_2, NOx).

Скрубберы бывают нескольких типов и конфигураций – открытого типа (open loop), замкнутые (closed loop) и гибридные (hybrid). Данное устройство, является универсальным решением для судов разного назначения, что позволяет снизить количество вредных выбросов в отработавших газах.

Использование скрубберов минимизирует воздействие на окружающую среду, уменьшая количество вредных выбросов в отработавших газах, и по сравнению с другими системами и устройствами, является экономически выгодным.

В скрубберах с системой открытого типа (open loop) использует только морскую воду для нейтрализации вредных выбросов, без использования химических агентов, что позволяет экономить запасы пресной воды на судне в то время, как в системе закрытого типа (closed loop) используется пресная вода. Для поддержания ее качества и способности к нейтрализации соединений серы, в нее добавляется гидрооксид натрия, в ходе реакции которой получается вода и сульфат натрия.

Система гибридного типа (hybrid) может работать в режиме открытого или закрытого контура. В режиме закрытого контура, удаление SO_2 и NOx регулируется подачей морской воды, в то время как в закрытом контуре, удаление SO_2, NOx контролируется добавлением специального реагента в пресную воду. Система может легко переключаться на нужны режим, в зависимости от того, в каких водах и зонах идет судно.

Общий принцип работы скруббера

На судах, как правило, используются мокрые насадочные (пенные, барботажные) и безнасадочные скрубберы (орошаемые).

Отработавшие газы попадают в скрубберную колонну, где для замедления потока выпускных газов используется аэродинамическая труба, действующая по обратному принципу трубы Вентури. Для первичного охлаждения газов, внедряется блок впрыска.

Форсунки орошают внутреннюю полость аппарата, на поверхности которых создается кипящий псевдоожиженный слой, эффективно реагирующий с вредными выбросами (SO_2 и NOx). Нежелательные газообразные включения связываются абсорбентом и уходят в специальную цистерну (шламосборник).

Шлам под действием силы тяжести опадает в шламосборник, а оставшаяся часть потока выпускных газов, проходит через туманоуловитель, после чего направляет на выпуск (в атмосферу), либо может быть направлена на судовых нужны (к примеру – утилькотел).

На рисунке 1 представлен общий вид принципиальной схемы работы судового скруббера. Как и было описано ранее, выпускные газы попадают в скрубберную колонку, походят через «контактный слой», где газы орошаются через форсунку, тяжелые частицы выпадают в осадок и уходят в виде шлама в шламосборник, а остальная часть потока проходит через каплеуловитель и направляется в атмосферу.

При подборе скруббера учитывают особенности работы судна: тип (сухогруз, пассажир, танкер и т.д.), районы плавания, перевозимые грузы, мощность СЭУ и количество двигателей. Все эти факторы влияют на конечную комплектацию и выбор типа системы скруббера.

Рисунок 1 – Принципиальная схема работы скруббера

Модернизация цилиндрического скруббера

Целью модернизации, являются увеличение степени очистки выхлопных газов от вредных выбросов, в том числе снижение количества загрязненной промывочной воды и габаритных размеров скруббера, что значительно облегчит установку скруббера на судне.

Модернизированный скруббер снабжен патрубками для подвода и отвода газа, трубопроводами для подвода и отвода промывочной воды, насадкой выполненной в виде горизонтального поворотного вала с плоскими параллельными дисками, снабженными дисками турбулизаторами, которые выполнены из полос или прутков круглого сечения, и развитой площадью поверхностью контакта газа и промывочной воды.

Конструкция модернизированного судового скруббера представлена на рисунке 2.

Скруббер состоит из рабочей камеры 1 с патрубком 2 для входа загрязненных выхлопных газов и патрубком 3 для выхода очищенных газов. На горизонтальной оси рабочей камеры 1 установлен поворотный вал 4, на котором закреплены плоские, параллельные диски 5, на обеих сторонах каждого из которых закреплены турбулизаторы 6(рисунок 3) газового потока, выполненные из полос или прутков круглого сечения или в виде отбортовки стенки дисков 5 по радиусу. Привод вала 4 состоит, например, из электродвигателя 7 (указан на рисуноке 4) и зубчатой передачи, понижающей скорость вращения вала 4. Рабочая камера 1 снабжена бункером 8 для накопления осадка, трубопроводом 9 для заполнения камеры свежей промывочной водой и трубопрводом 10 для слива отработанной помывочной воды, а также шнеком 11 для удаления осадка.

Скруббер работает следующим образом. Выхлопные газы через патрубок 2 поступают в объем рабочей камеры 1 и вступают в контакт с пленкой промывочной воды, образующейся на поверхности дисков 5 при вращении вала 4 и прохождении при этом дисков 5 через объем промывочной воды, заполняющий нижнюю часть рабочей камеры 1 ниже оси вала 4. Заполнение осуществляется периодически через трубопровод 9 с запорным вентилем.

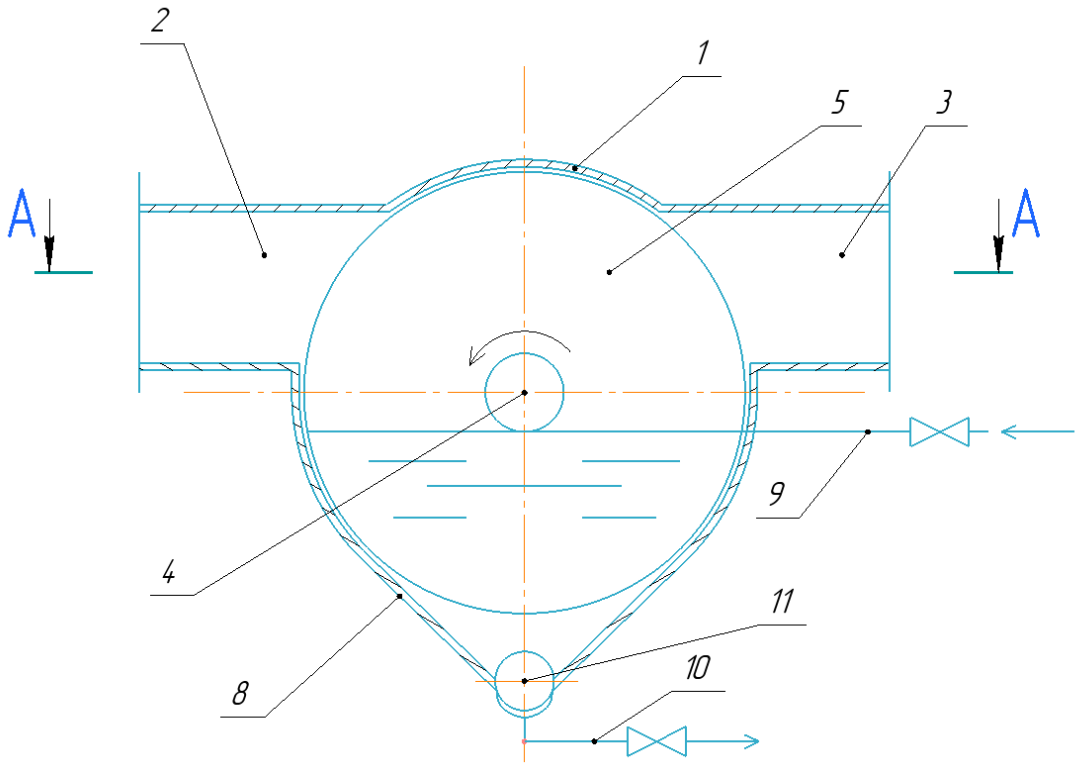

Рисунок 2 – Общий вид модернизированного цилиндрического скруббера

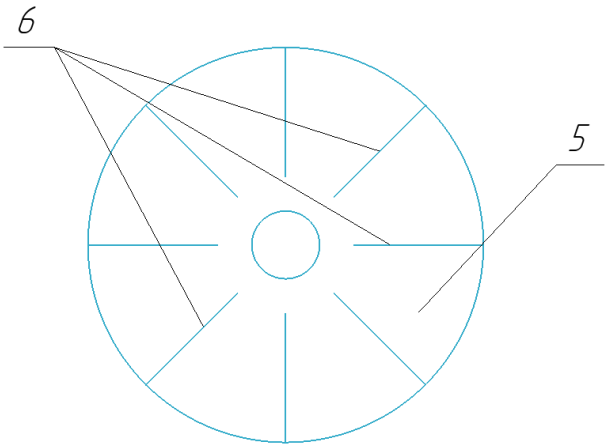

Рисунок 3 – Общий вид диска с турбулизаторами

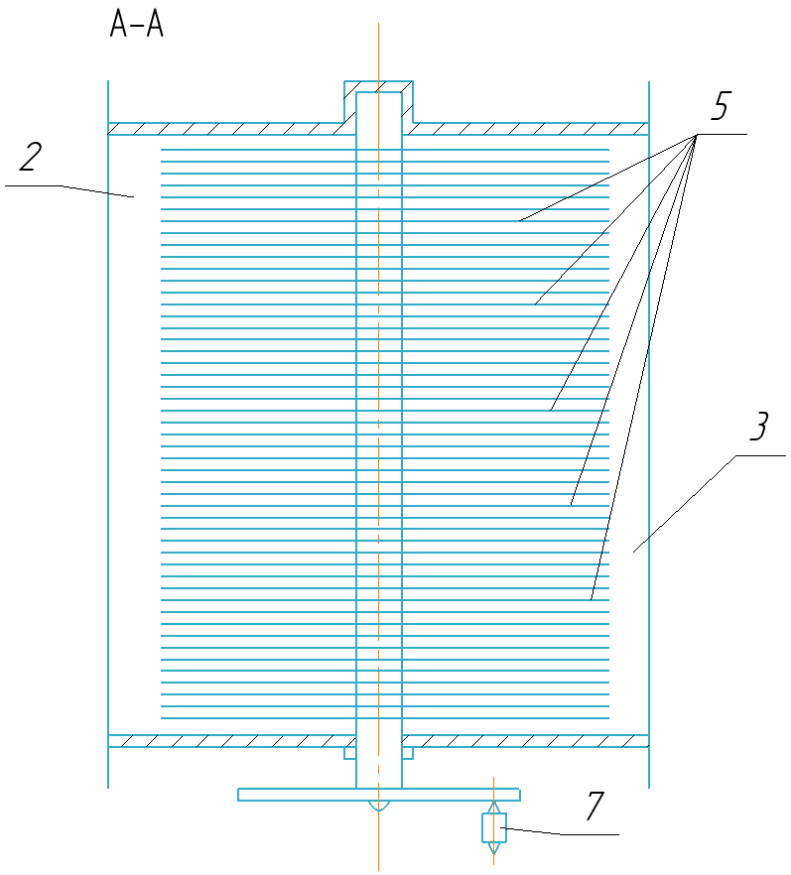

Рисунок 4 – Общий вид модернизированного скруббера (вид в разрезе)

В данной модернизации скруббера пленка промывочной воды на диске 5 образуется посредством адгезии на твердой поверхности дисков 5, и для ее срыва и уноса частиц воды, необходима скорость газового потока более 1 м/с, чтобы исключить возможность возникновение капельного уноса, вследствие чего, предложенная конструкция скруббера существенно увеличивает степень очистки выпускных газов.

Большая площадь контакта выпускных газов и промывочной жидкости, и интенсивная турбулизация газового потока, позволяет использовать данную модернизацию скруббера в качестве искрогасителя, и дает возможность установки на месте штатного искрогасителя.

Высокая степень очистки выпускных газов, минимальный расход промывочной жидкости и минимальная величина занимаемого объема делают данную модернизацию судового скруббера более эффективной в использовании по сравнению с другими.

Заключение

Проблема экологичности работы судовых двигателей, является одной из главных. Многие производители судовых двигателей, ставят данный вопрос на первое место, при конструировании новых ДВС.

Установка скрубберов возможна в разных модификациях и конструкциях газовыпускной системы. Это делает данное устройство общедоступным. Использование скруббера позволяет соблюдать и достигать нормированных значений содержания вредных выбросов в отработавших газах согласно шестой главе международной конвенции МАРПОЛ 73/78. К тому же, данное устройство является экономически выгодных для судовладельцев, при решении вопроса повышения экологичности работы двигателей на своих судах.

Список литературы:

1. Патент № RU 197 441 U1. Судовой скруббер : № 2020107125 : заявл. 2020.02.14 : опубл. 2020.04.27 / Ковалев Игорь Сергеевич – 6 с.

2. Руководство на изделие скруббер (газоочиститель) WÄRTSILÄ / [Электронный ресурс] // WARTSILA : [сайт]. — URL: https://www.wartsila.com/docs/default-source/local-files/russia/products/project-guides/wärtsilä-scrubber-product-guide-rev-c_rus.pdf?sfvrsn=73676f44_2 (дата обращения: 05.04.2025).

3. Аппараты газоочистки на судах гражданского и военного морского флота / [Электронный ресурс] // ПЗГО : [сайт]. — URL: https://gas-cleaning.ru/article/morskoi-skrubber?utm_medium=organic&utm_source=yandex (дата обращения: 02.04.2025).

4. MARPOL / МАРПОЛ 73/78 – ЦНИИМФ.

5. МАРПОЛ: Практическое пособие - В. Г. Торский, А. И. Сагайдак [1999].