

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ЭМИССИИ ОКСИДОВ СЕРЫ НА СУДАХ МОРСКОГО ФЛОТА

*П. Раевски;
Морская Академия, Щецин, Польша*

Правило № 5 Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ 73/78 и Директива ЕС 2005/30/WE ввели жесткие ограничения на содержание серы в топливе (не более 1,5 %, а с 2010 г. — не более 0,1 %). Использование топлив с более высоким содержанием серы допускается при наличии оборудования для очистки отработавших газов от SO_x.

Рассмотрены различные промышленные технологии десульфурации газов.

Приводятся результаты использования на различных судах мокрых скрубберов с орошением газов морской водой. На двигателях мощностью от 1200 до 5000 кВт эффективность очистки газов от SO_x достигает 80 %. Технология предусматривает очистку сбросной морской воды от взвесей и нефтепродуктов.

Введение

Наряду с проблемами снижения уровня эмиссии оксидов азота и серы, Приложения VI Конвенции МАРПОЛ 73/78, а также Директива 2005/33/WE вводят жесткие требования к качеству использованного топлива на судах, находящихся в акваториях портов Евросоюза. Эти требования определяют использование топлив с содержанием серы менее 1,5 %, а с 2010 г. — менее 0,1 % (по массе). Следует отметить, что в представленных документах перечислены условия, при которых содержание серы в топливах, а также уровень эмиссии оксидов серы могут быть больше устанавливаемых. Это касается судов специального назначения, безопасности жизнедеятельности и сроков пребывания в акваториях и портах стран-членов Евросоюза. Тем не менее общая тенденция по снижению оксидов серы в отработавших газах судовых энергетических установок представляет эту проблему как важную и неотложную, ставящую определенные трудности и перед судовладельцами, и перед судовыми экипажами.

Естественное увеличение цен на топлива с низким содержанием серы заставляет искать альтернативные решения снижения эмиссии оксидов серы в судовых энергетических установках (СЭУ),

поскольку не зависимо от принятых мероприятий на топливно-энергетическом рынке будут доступны топлива с содержанием серы выше 1,5 %, но их использование может быть разрешено при условии использования технологий, снижающих уровень эмиссии SO_x. В первую очередь это касается использования оборудования по десульфурации отработавших газов.

Десульфурация отработавших газов

Требования Конвенции МАРПОЛ 73/78 и статьи 4с Директивы 2005/33/WE дают право государствам-членам Евросоюза выдавать разрешение на использование технологических процессов, направленных на снижение уровня оксидов серы (например, скрубберов) в качестве альтернативы низкосернистых топлив при определенных, но до конца не уточненных условиях. Так государства-члены ЕС могут разрешить использование утвержденных технологий, если на судах снижен уровень эмиссии SO_x, соответствующий тем же результатам, что и использование низкосернистого топлива, они оборудованы устройствами постоянного контроля эмиссии. Кроме того, необходимо представить достаточно полную документацию, свидетельствующую о том, что все источники судовых отходов при нахождении в закрытых портах и устьях рек не влияют на экосистему, опираясь на критерии, которые государства, в которых расположен данный порт, передадут ИМО.

Известные технические решения по десульфурации отработавших газов, то есть удаления из них SO_x, можно представить на схеме (рис. 1).

Самым простым способом удаления окислов серы из отработавших газов является метод скруббирования с использованием морской воды. В настоящее время вследствие естественной доступности реагентов ведутся интенсивные поиски использования этого метода в судостроении. На первом его этапе (в процессе контакта распыленной воды и отработавших газов в скруббере) двуокись серы растворяется в морской воде; на втором — ионы сульфатов удаляются вместе с морской водой, а часть остальных продуктов сгорания в виде взвешенных частиц фильтруется и направляется в емкости для отходов. Часть ионов серы входит в комбинацию

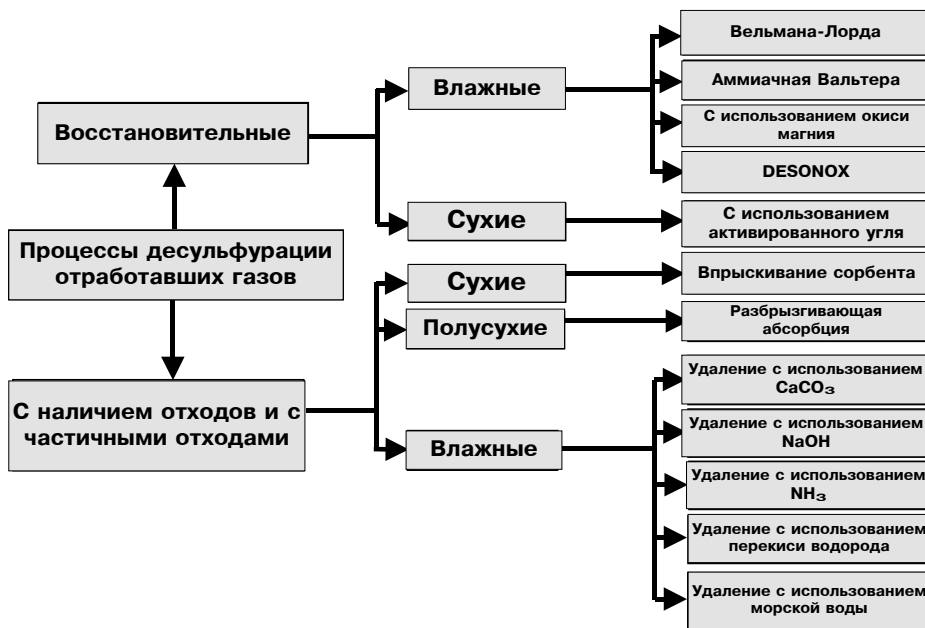


Рис. 1. Промышленные методы десульфурации отработавших газов

с ионами оснований еще в системе циркуляции, а остальная часть — только после перемешивания со сбрасываемой водой из системы очистки отработавших газов с морской водой. При этом происходит быстрая реакция с углекислым кальцием, находящимся в естественных условиях в морской воде, в результате чего получается сульфат кальция (гипс) и двуокись углерода. Следует отметить, что в этом случае сбрасываемая вода будет более кислотная, чем морская. Это явление можно наблюдать в радиусе нескольких метров от места сброса. Вследствие общей заинтересованности использования этого простого метода десульфурации отработавших газов в настоящее время проводятся исследования по определению влияния сбрасываемой воды на натуральный круговорот серы в природе. Результаты исследований по безопасности данного метода для окружающей среды должны быть в последствии приняты соответствующими международными организациями.

Процесс абсорбции серы в судовом оборудовании происходит в скруббере, монтируемом вместо типичного глушителя двигателя, котла или печи. Конструкция и величина скруббера выбирается в зависимости от мощности источника отработавших газов и должна удовлетворять допустимому противодавлению отработавших газов при работе на номинальной мощности. В случае аварии системы циркуляции воды скруббер работает как сухой глушитель на выходе (рис. 2).

Учитывая КПД очистного оборудования, каждое оборудование, эмитирующее отработавшие газы, должно быть снабжено собственным скруббером, а водяная циркуляционная система может быть общей для всей СЭУ. В скруббере происходит процесс теплообмена между отработавшими газами и противоточно распыляемой морской водой. Размеры скруббера должны иметь достаточно большую поверхность обмена и, соответственно, длительное время реакции. Оксиды серы и взвешенные частицы передаются морской воде. Вода на выходе из скруббера имеет pH 2,78,

то есть является достаточно сильным кислотным раствором. После окончания процесса морская вода направляется в рециркуляционную систему очистки и нейтрализации, в которой последовательно проходит через два гидроциклона и сепаратор шлама. В предварительном гидроциклоне удаляются взвешенные частицы с высокой плотностью, такие как сажа; во втором гидроциклоне — частицы с меньшей плотностью в виде нефтесодержащих отходов.

Отходы из гидроциклона поступают в сепаратор, в котором происходят процессы коагуляции и седиментации. В скруббере происходит подпитка части морской воды. Около 20 % циркулирующей

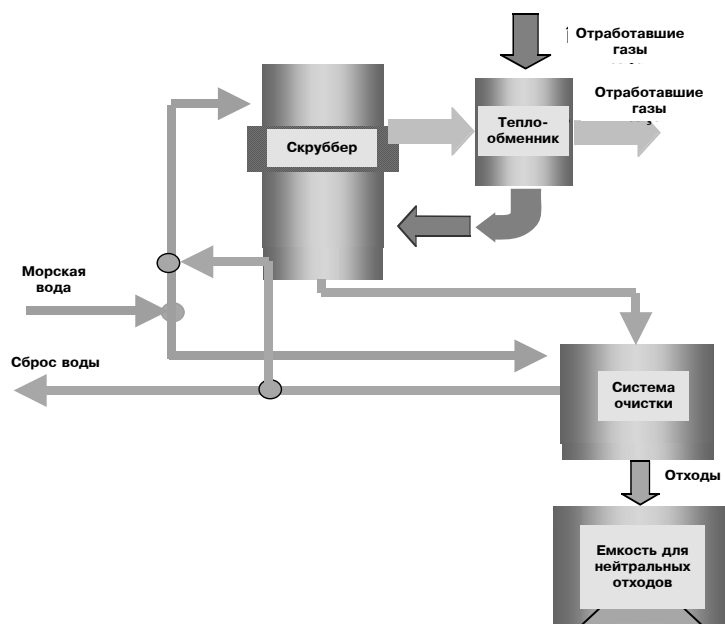


Рис. 2. Система очистки газов морской водой

воды покидает систему через линию сброса, а остальная часть отдает теплоту отработавших газов в пластинчатом теплообменнике и после охлаждения возвращается в систему скруббера и циркуляции. Температура воды на выходе из скруббера составляет 28 °С и регулируется автоматическим трехходовым краном, установленным параллельно охладителю. Вода, сбрасываемая за борт, пополняется из питающих насосов через автоматический вентиль. В пластинчатом теплообменнике охлаждающая морская вода отбирает теплоту отработавших газов и после смешивания с водой системы циркуляции выбрасывается за борт. В результате смешивания окисленной воды из скруббера и естественно щелочной морской воды происходит частичная нейтрализация сульфатов и вода на линии сброса имеет рН несколько меньше, чем питательная вода. Окончание процесса нейтрализации происходит на расстоянии нескольких метров от места сброса. В свою очередь, температура сбрасываемой воды немного выше температуры забортной воды.

Результаты проведенных исследований

Технические решения с использованием скрубберов были испытаны в течение пяти последних лет на пароме MF «Lei Ericsson», судне канадской пограничной службы «Luis ST Laurent», а в последнее время — фирмой P&O на паромах RORO в проливе Ла Манш, оборудованных двумя главными двигателями мощностью 5600 кВт и четырьмя дизель-генераторами мощностью 1200 кВт каждый.

Эффективность работы системы отработавших газов оценивалась величиной концентрации загрязнений в отработавших газах на выходе из скруббера и на сбросной воде. По результатам иссле-

Качество сбросной воды из системы очистки отработавших газов дизель-генераторов

Параметр	01.07.2004	14.01.2005	Предел
рН	7,3	6,4	6,5 — 8,5
Взвешенные частицы	790	450	Отсутствие предела мг/л
Cd	<2	<2	43 мг/л
Cr	58	<3	1100 мг/л
Cu	48	5	2,9 мг/л
Pb	66	79	140 мг/л
Ni	140	<5	140 мг/л
Zn	180	150	170 мг/л
Hg	0,08	<0,08	2,1 мг/л
Углеводороды	0,042	0,11	15 ppm

ований можно сделать вывод, что качество очистки отработавших газов прямо пропорционально расходу циркуляционной воды и ее показателю рН. При максимальном расходе циркуляционной воды снижение концентрации оксидов серы доходит до 94 %, при минимальном или переменном расходе — 68 %, а средний уровень снижения концентрации SO_x составил от 74 до 80 %. Уровень снижения концентрации взвешенных частиц в отработавших газах достигал 80 %. Качество сбрасываемой воды, измеренное в двух различных периодах эксплуатации, представлено в таблице.

ПРЕДЛАГАЕМ РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ТАРИФЫ НА 1 ПОЛУГОДИЕ 2007 ГОДА

Первая страница обложки	Полноцветная	16000 руб.
Вторая и третья страницы обложки	Полноцветная	14000 руб.
Четвертая страница обложки	Полноцветная	15000 руб.
Внутри журнала из расчета одна страница формата А4	Полноцветная	14000 руб.
	Черно-белая	12000 руб.