

ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Вострикова М.А., канд. техн. наук, доц.
Краснодарский государственный университет культуры и искусств

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ПОГЛОЩЕНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ (УПГВ) В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОКСИДАМИ СЕРЫ

marishavostrikova@yandex.ru

Морской транспорт – один из важнейших компонентов общественного и экономического развития, поглощающий значительное количество ресурсов и оказывающий серьезное влияние на природную среду. Важность решения задач защиты атмосферы от вредных выбросов морских судов определяется тем, что загрязнения от судовых дизелей и котлов составляют наиболее существенную долю от всех видов транспорта. В статье рассматривается проблема снижения выбросов оксидов серы от судовых энергетических установок путем применения установок поглощения газовых выбросов (УПГВ) с двухступенчатой очисткой. Представлен разрез УПГВ и принцип его действия. Первая часть эксперимента показала высокую эффективность (процент поглощения оксидов серы составил 80-85%) технологии с предварительным поглощением оксидов в струйном аппарате. Общий процент поглощения оксидов по предлагаемой схеме очистки продуктов сгорания достигается по SO_2 – 92 %

Ключевые слова: морские суда, выбросы, оксид серы, способы очистки.

Введение. В настоящее время, воздействие морского транспорта на окружающую среду – актуальная проблема современного общества. При работе судовых энергетических установок в атмосферу выбрасываются выпускные газы главных двигателей и котлов, токсичность которых определяется сортом топлива и условиями его сгорания. В условиях быстрого роста мирового флота, оснащения судов высокофорсированными дизелями повышенной оборотности, а также изменение структуры топливного баланса в сторону увеличения потребления тяжелых низкокачественных топлив становится особо актуальной проблема снижения загрязнения окружающей среды оксидами серы [1].

Мировой опыт располагает большим разнообразием теоретически обоснованных способов очистки дымовых газов от диоксида серы, однако, практическое применение находят только экономически выгодные и технически сложные процессы.

Методика. Одним из перспективных способов очистки продуктов сгорания от выбросов соединений серы с судовых энергетических установок является применение установок поглощения газовых выбросов (УПГВ) с двухступенчатой очисткой [2]. Устройство (рисунок 1) служит для смешивания газов с жидкостью и используется для очистки газовых потоков в любой отрасли промышленности и энергетики.

Основная часть. Устройство представляет собой двухступенчатое смешивание газа с жидкостью. На первой ступени процесс осуществля-

ется в струйном аппарате за счет пульсационной подачи насыщенного пара, который в процессе инъекции загрязненного потока с более низкой температурой, конденсируется и поглощает в процессе конденсации отдельные компоненты газового потока. Поглощение газов конденсатом пара происходит также на перфорированных поверхностях размещенных в диффузоре струйного аппарата коаксиально, подверженных вибровоздействию и дополнительно охлаждаемых тепловыми трубами, оребрением одного конца которых являются перфорированные поверхности. Вторая ступень служит для растворения не поглотившихся компонентов газового потока в жидкости, за счет пористого фильтра – вибрирующего и смоченного жидкостью. Процесс поглощения газа жидкостью происходит в порах смачиваемого фильтра при его вибрации. Во избежание передачи вибрации на подводящие трубопроводы для компенсации вибрации предназначены сильфоны 10. Отводящий трубопровод 11 предназначен для подачи не поглощенных конденсатом газов в сосуд 12 под пористый фильтр 13, соединенный с виброприводом штоком 14. Пористый фильтр 13 смачивается жидкостью посредством разбрызгивателя 15. Патрубок 16 служит для отвода остаточных газов. Трубопроводы 17 служат для сброса конденсата через вентиль 18, подачи жидкости на разбрызгиватель 15 и на химическую обработку через вентиль 19. Подпитка жидкостью осуществляется через вентиль 20.

Установка работает следующим образом –

в струйный аппарат 1 по подверженному вибродействию патрубку 3 подают насыщенный пар. Через патрубок 4 инжектируется газовый поток, например, отработавший газ теплогенерирующей установки с температурой ниже температуры насыщения пара. При перемешивании потоков в камере смешения 5 происходит конденсация насыщенного пара с поглощением (растворением) компонентов газового потока образующимся конденсатом. Газожидкостный поток направляют в диффузор 6, где происходит полная конденсация пара за счет дополнительных перфорированных поверхностей 7, охлаждаемых тепловыми трубами 8, а также за счет увеличения давления потока по ходу диффузора по сравнению с давлением соответствующим температуре насыщения. Одновременно с этим процессом происходит процесс смешения не растворившегося газа с жидкостью, то есть на пленке конденсата, образующегося на перфорированных поверхностях 7, подверженному вибродействию от вибропривода 9. Вибровоздействие на тепловые трубы также интенсифицирует их работу. Конденсат с растворившимися в нем газами отводят во вторую ступень

установки, а нерастворившиеся газы по трубопроводу 11 направляют в сосуд 12, под пористый фильтр 13, который смачивают жидкостью через разбрызгиватель 15. Поглощение газа жидкостью происходит в порах фильтра 13, подверженному вибродействию. Не поглотившийся газ отводят по патрубку 16, а жидкость при полном насыщении ее газом (контролируется по величине водородного показателя рН) направляют на химическую обработку – нейтрализацию.

На рисунке 2 представлен разрез УПГВ-5 [3]. Указанная модификация представляет собой единый блок. На одном каркасе смонтированы собственно установка поглощения, водяной насос и вентилятор для удаления очищенных газовых выбросов.

Для увеличения эффективности работы установки ее фильтрующие элементы унифицированы в виде отдельных блоков, количество которых зависит от исходных концентраций оксидов и твердых частиц в дымовых газах. По поперечному сечению блоков размещаются кассеты, представляющие собой, например, многослойную сетчатую структуру.

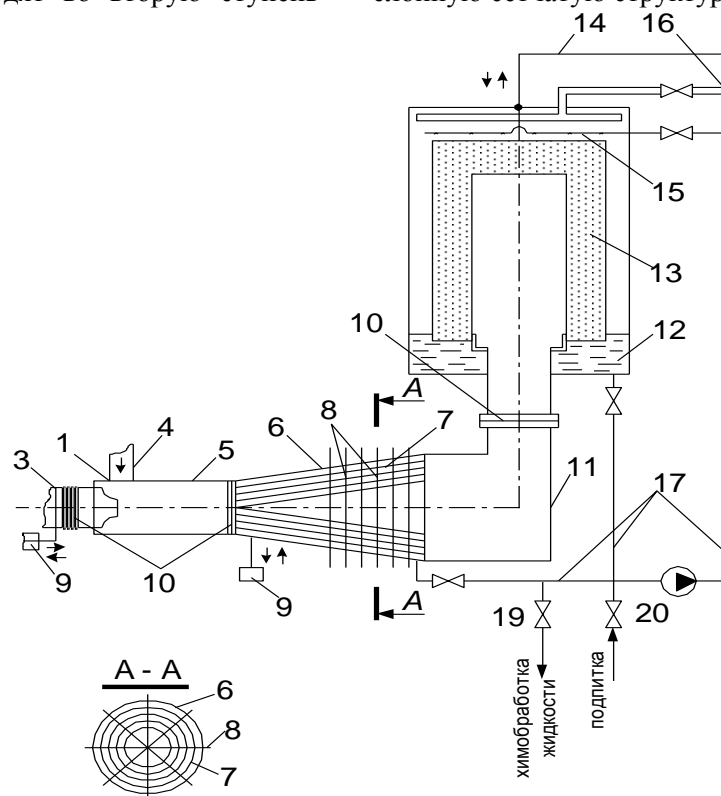


Рис.1. Комбинированное смесительное устройство: 1 – 4 – струйный аппарат; 5 – камера смешения; 6 – диффузор; 7 – перфорированные поверхности; 8 – тепловые трубы; 9 – вибропривод; 10 – сильфоны; 11,16,17 – трубопроводы; 12 – сосуд; 13 – фильтр; 14 – шток; 15 – разбрызгиватель; 18,19,20 – вентиль

Пространство между кассетами может заполняться дополнительно любым фильтровальным материалом. Количество кассет в блоках подбирается исходя из исходных концентраций

оксидов и твердых частиц в дымовых газах и общего аэродинамического сопротивления УПГВ.

Принцип действия УПГВ – 5 заключается в

следующем. Продукты сгорания поступают в бак-основание 1 через патрубок в верхней его части и, контактируя с водой, предварительно заливаемой в бак, несколько охлаждаются и очищаются. Далее газы направляются в блоки для фильтров 3, заполненные кассетами 4. Одновременно в работу включается система орошения 5, представляющая собой душирующее устройство, в которое вода подается насосом 13 через задвижку 14 из бака-основания 1, и вибратор 9. Вибрация передается коробам и кассетам. Таким образом, продукты сгорания проходят через смоченные и вибрирующие кассеты противотоком навстречу стекающей воде. Кассеты представляют собой многослойные (до 10 слоев) сетчатые фильтры. Образующиеся на этих фильтрах пленки жидкости под действием вибрации обеспечивают процесс вибротурбулизации. Известно, что в этом процессе растворимость газов в воде существенно увеличивается [4]. После коробов остаточные газы дымососом 10 откачиваются из отсека 7 и направляются в дымовую

трубу. Анализ дымовых газов осуществляется перед входом продуктов сгорания в бак-основание 1 и перед дымососом 10. Вода циркулирует по замкнутому контуру до насыщения растворившимися оксидами. Контроль этого процесса выполняется по величине pH воды. При достижении $pH \approx 6$ часть воды сбрасывается в дренаж и на ее место доливается свежая вода. Отбор проб воды осуществляется через штуцер 12. Вибратор представляет собой электродвигатель, вал которого выходит за обмотки статора. На обоих концах вала установлены дебалансы – грузики, смещаемые относительно центра вала. Изменение положения дебалансов позволяет задавать амплитуду колебаний, от которой существенно зависит процесс поглощения оксидов.

В реальных условиях была смонтирована УПГВ, аналогичная по конструкции УПГВ 5, но оборудованная предварительной ступенью очистки продуктов сгорания в виде струйного аппарата (рисунок 3).

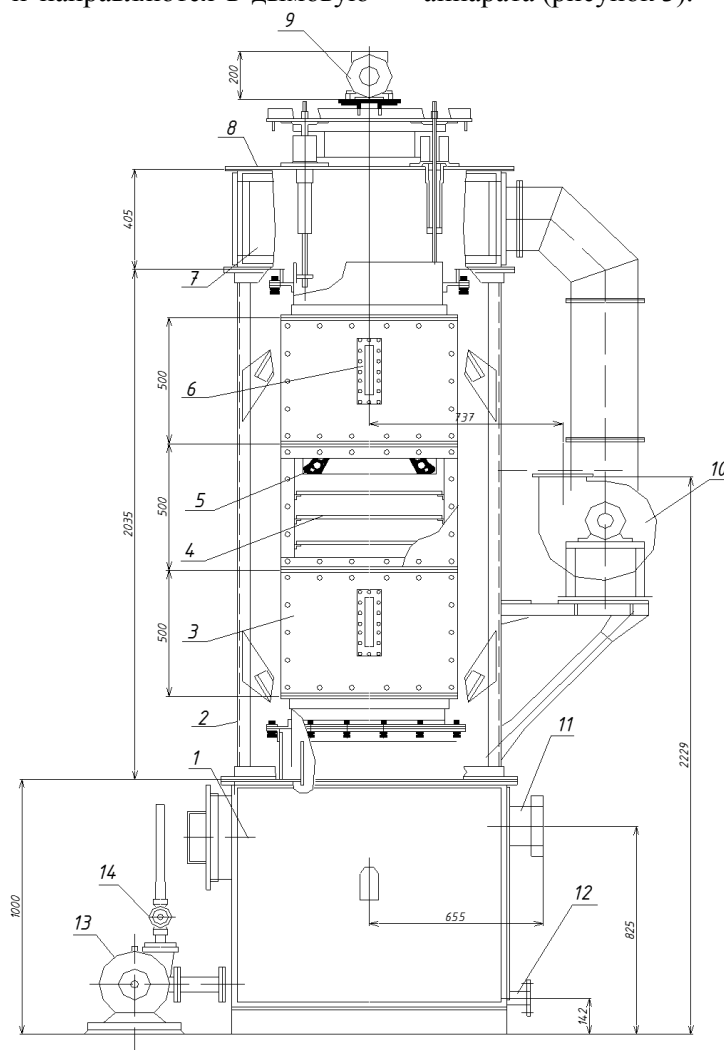


Рис.2. Общий вид УПГВ-5: 1 – бак-основание; 2 – каркас; 3 – блок для фильтров; 4 – кассеты; 5 – система орошения; 6 – смотровое окно; 7 – короб; 8 – крышка; 9 – вибратор; 10 – дымосос; 11 – перелив; 12 – дренаж; 13 – насос; 14 – вентиль

В настоящее время проводятся испытания УПГВ. В качестве топлива используется высокосернистый мазут. Первая часть эксперимента показала высокую эффективность (процент по-

глощения 80-85%) вибротурбулизационной технологии с предварительным поглощением оксидов в струйном аппарате.

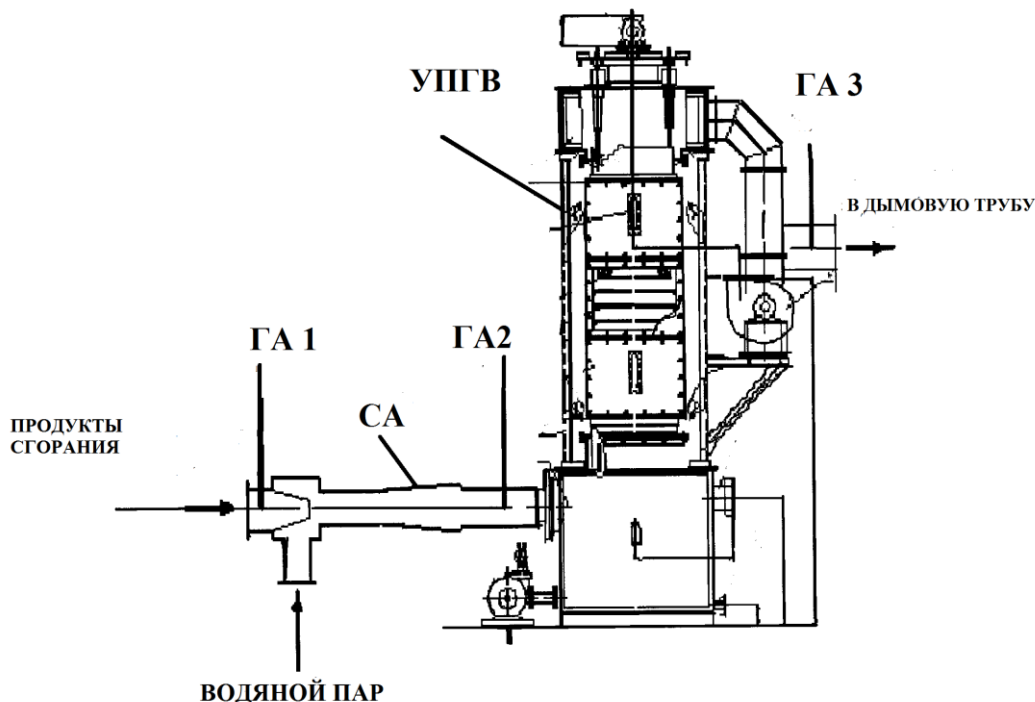


Рис. 3. Схема присоединения струйного аппарата к УПГВ 6: СА струйный аппарат; ГА1, ГА2, ГА3 – места отбора проб продуктов сгорания на газоанализатор IMR-3000P.

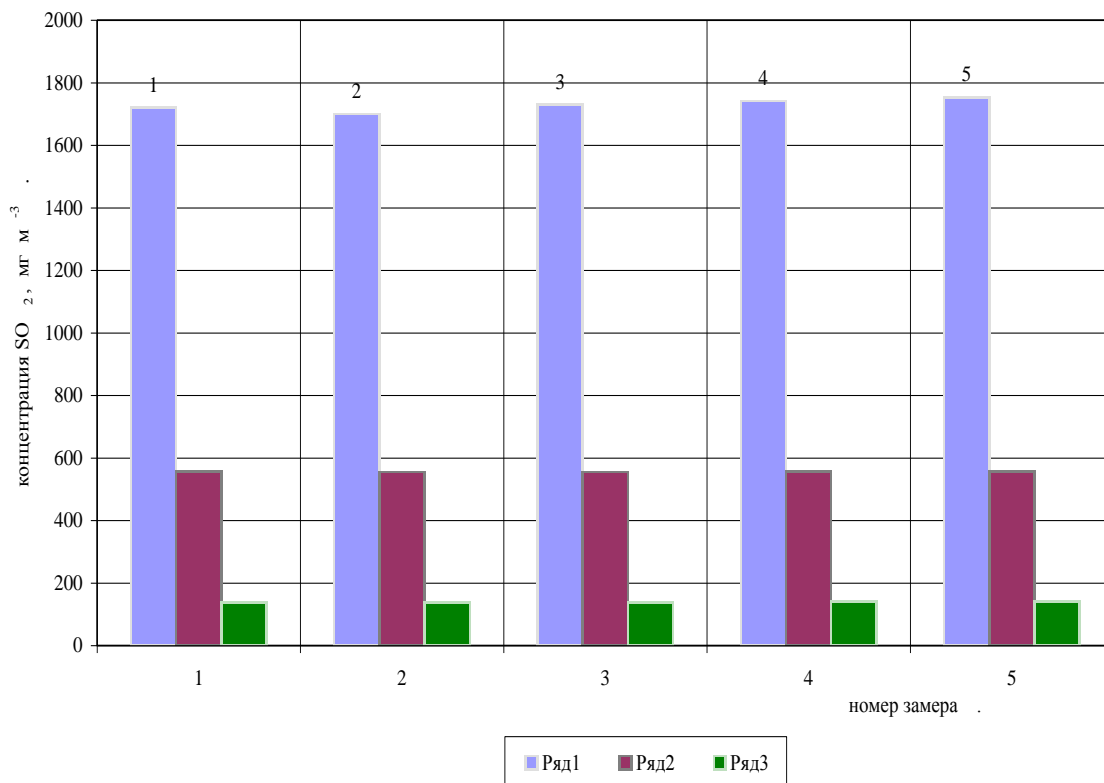


Рис. 4. Изменение концентрации SO₂ по газовому тракту в процессе испытаний УПГВ: ряд 1 – точка замера ГА 1 (до струйного аппарата); ряд 2 – точка замера ГА 2 (после струйного аппарата); ряд 3 – точка замера ГА 3 (после УПГВ).

Выводы. Проведенные испытания показали, что в струйном аппарате при смешении продуктов сгорания и водяного пара, который направляется в приемную камеру струйного аппарата из рядом расположенного парового котла в количестве соответствующем коэффициенту инжекции, процент поглощения оксидов серы составил SO_2 – 68% (рисунок 4). После струйного аппарата газовый поток направляется в УПГВ 6, в которой поглотилось оксидов серы – 75% от остаточной после струйного аппарата концентрации. Общий процент поглощения оксидов по предлагаемой схеме очистки продуктов сгорания достигает по SO_2 – 92 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдевин Д.Е. Повышение экологической безопасности дизельных установок судов выбором рациональной технологии нейтрализации оксидов азота в отработавших газах: Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб, 2003, 21 с.
2. Комиссаров К.Б., Тарасовский А.В., Комиссарова Т.И., Казарян А.С. Загрязнение атмосферы сернистыми соединениями и пути снижения антропогенных газовых выбросов// Вестник СамГАПС. Самара.: СамГАПС, 2004.№1. С. 36-41.
3. Комиссаров К.Б., Лутков С.А., Филь А.В. Комплексная очистка дымовых газов теплогенерирующих установок. Монография. Ростов н/Д.: РИО ФГОУ ВПО «Морская государственная академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова», 2007. 134 с.