



УДК 629.5:628.3

**Д.С. Мизгирев**, д.т.н., доц., доц. кафедры ТКМ и МР ФГБОУ ВО «ВГУВТ»  
**А.С. Курников**, д.т.н., проф., зав. кафедрой ТКМ и МР ФГБОУ ВО «ВГУВТ»  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУДОВЫХ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*Ключевые слова: очистка сточных вод, станции очистки сточных вод, модернизация станций очистки сточных вод.*

*Аннотация: Сокращение издержек – основная задача, стоящая перед эксплуатантами флота в настоящее время. Таким образом, при совершенствовании станций очистки сточных вод современных судов необходимо достигать сокращения расходов реагентов и расходных материалов, энергопотребления и массогабаритных показателей. Решение указанных задач возможно рядом технических приемов, описанных в данной работе.*

Интенсивное развитие судоходства на внутренних водных путях России привело к строительству качественно нового флота: с мощными энергетическими установками, высокими грузоподъемностью, пассажировместимостью и скоростью. При эксплуатации данных судов при проведении производственной и общесудовой деятельности на борту непрерывно образуется ряд отходов, подлежащих нейтрализации и удалению.

К настоящему времени на флоте применяются станции очистки сточных вод (СОСВ), использующие 3 основных метода обработки сточных вод (СВ): механический, биохимический и физико-химический.

По механическому методу работают СОСВ типа «HL-CONT» и «HAMANN». Степень очистки в таких СОСВ не удовлетворяет современным требованиям и их дальнейшее внедрение требует обязательной модернизации.

К СОСВ основанным на биохимическом методе относят «Био-Компакт», «Кареа», «Унекс-Био», «СТП», «Унекс-Симултан», «Эвак МБР», «ЗЕБРА», «ЗОБРА», «ЛК», «Термобиамак», «Трайидент», «СТС Диспозер», «Сиуэй», «Йова АБ». Ряд станций установлен на современных судах. При сравнительной простоте и высокой степени очистки СВ к недостаткам следует отнести длительный период выхода на рабочий режим (до 20 суток), чувствительность к колебаниям нагрузки и солесодержанию СВ, содержанию жиров, масел и поверхностно-активных веществ (ПАВ), температурные ограничения и высокие массогабаритные характеристики.

Физико-химический метод очистки СВ на судах используется чаще. СОСВ «Атлас», «Электролюкс», «Аквадам», «Эльсан Коваль», «ОРКА» осуществляют очистку преимущественно с помощью химических реагентов. «Хамман Вассертекник», «Дженерал Электрик», «ЭОС» - электрохимическим способом. Вестингауз», «Нептуматик», «МОС-75», «Мини-Л-Фрейм» - используют реагентную флотацию. «Озон», «Сток» – очистку озонированием. «Бабкок и Вилькокс», «Вильсон Валтон» – испарением. Доминирующее положение из перечисленных систем на речных судах занимают «Сток» и «ЭОС». При возможности обработки всех видов СВ, малой чувствительности к расходу и составу СВ

данные СОСВ имеют высокие строительные и эксплуатационные затраты, потребность в химических реагентах и расходных материалах.

Судовые станции очистки нефтесодержащих вод (СОНВ) в большинстве своем имеют подобную технологическую схему - отстаивание, коалесценция и адсорбция. Распространены станции «ПП-Матик», «Гидропур», «Фрам», «Фрамарин», «GSF», «Сарекс», «Софранс», «Аквамарин», «Турбуло», «УГСК-0,4», «УСФА», «TEIF/A», «M10», «HP 1625-73», «СКМ», «СКМ-2», «УКФ», «RWO», «Петролиминатор-630», «Hamworthy Marine», «ОНВ», НВФУ «Экомарин». Существенным недостатком всех СОНВ является потребность во флотореагентах и ограниченный ресурс коалесцирующих элементов.

Перспективны СОНВ марок «ОНВ» и «ОСНВ». Они обеспечивают глубокую очистку НВ с применением на последней стадии озонирования. Кроме того, установка «ОСНВ» является универсальной - в ней возможна одновременная очистка судовых СВ и нефтесодержащих вод (НВ).

СОНВ с физико-химическим методом при заданной производительности имеют низкое энергопотребление и меньшие габариты, чем биохимические. Хотя последние обеспечивают более глубокую очистку, однако процесс обработки в них длителен, кроме того, они нуждаются в расходном материале - биологическом иле, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Второй путь ликвидации НВ - сжигание в составе водо-топливной эмульсии. Результатом развития этой идеи стали установки типа «КУТО». Способ обеспечивает нормативные показатели качества очистки НВ, однако является сложным и энергозатратным, требует громоздкого оборудования.

Проанализировав современное состояние проблемы, применяемые технологии и оборудование судовых СОСВ и СОНВ следует отметить преимущественное распространение физико-химических методов обработки загрязненных сред. В качестве реагента для обеззараживания чаще всего применяется хлор, а в современных станциях – озон. В последнее время находят применение УФИ и термоокисление.

Для обеспечения качества очищенной воды в большинстве СОСВ применяется избыточная концентрация бактерицидного агента. Это приводит при завышенных затратах на химические реактивы к образованию побочных продуктов окисления, которые плохо удаляются в процессе очистки и могут быть более токсичны, чем исходные загрязнения.

Необходимость обязательного регулирования процесса обеззараживания, вызванная ужесточающимися требованиями нормативной документации к сбросам вынуждает использовать активированные окислительные технологии (АОТ's), заключающиеся в комбинированном (комплексном) воздействии экологически безопасных окислителей — пергидроля, озона, ионов меди или титана, УФ-излучения (УФИ), активированного угля. Эффективность способа объясняется синергетическим эффектом отдельных воздействий каждого из применяемых средств, когда недостатки отдельных методов компенсируются достоинствами других, что приводит к сокращению времени обработки, снижению энергозатрат и объема расходных материалов (реагентов). Учитывая особенности судовых СОСВ, наиболее приемлемыми процессами здесь являются « $O_3 + \text{УФИ}$ », « $H_2O_2 + O_3 + \text{УФИ}$ ».

Исходя из анализа применяемых схем современных СОСВ, распространена доочистка и обеззараживание СВ УФИ. Следует отметить, что источником озона в подобных СОСВ могут стать озonoобразующие лампы УФИ.

Вторым путем модернизации СОСВ в настоящее время является перспективный физико-механический способ обработки воды - кавитацией.

Под *кавитацией* понимают явление разрыва капельной жидкости под действием растягивающих напряжений, обусловленных изменением характеристик полей скоростей и давлений, возникающих при разрежении в рассматриваемой точке жидкости.

Благодаря высокой интенсивности вибрации и температуры в отдельной точке активно разрушаются органические соединения, коллоиды, клеточные мембраны микроорганизмов и даже уничтожаются вирусы.

Предпочтителен гидродинамический способ получения кавитации, реализуемый при помощи специальных устройств. Из множества существующих конструкций применительно к судовым системам наибольший интерес представляют гидродинамические струйные аппараты, обеспечивающие колебания давления потока при минимальных затратах энергии с эжекцией жидкого или газообразного потока, что придает дополнительные функции струйного насоса (эжектора) и смесителя.

Результаты проведенных экспериментов доказали высокий эффект обеззараживания, достигаемый кавитацией в отдельности, а также синергетический эффект, позволяющий снижение дозы озона до 65 % при обработке СВ гидродинамической кавитацией, озонированием и УФИ.

Для решения проблемы НВ целесообразно применять следующие направления:

1) Оснащать суда современными СОНВ. Однако, учитывая высокую стоимость и значительные массу и габариты подобного оборудования, его применение целесообразно только в составе СКПО.

2) Использовать НВ после предварительной обработки в водотопливной эмульсии (ВТЭ) котлов и инсинераторов.

3) Создавать объединенные судовые системы очистки СВ и НВ, первые образцы которых уже прошли апробацию на речных судах.

Как показывают результаты анализа априорной информации, надежная и качественная очистка СВ и НВ возможна исключительно при реализации многоступенчатых технологических схем, однако на стадии доочистки применяются одни и те же приемы. За основу объединенной системы следует брать СОСВ с добавлением блока обработки НВ на первой стадии очистки и элементов системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом (САЗРИУС) на финальной.

На основе предложенной технологии, которая сформировалась в результате теоретических и экспериментальных исследований, получена принципиальная схема СОСНВ, защищенная 4 патентами РФ. Из результатов испытаний СОСНВ по данной схеме следует, что очищенная вода соответствует нормативам по всем контролируемым показателям.

Немаловажно и то, что разносторонние экспериментальные исследования доказали целесообразность использования кавитации в составе АОТ's как при обработке сильнозагрязненных вод, так и при очистке слабозагрязненных, включая балластные и приготовление питьевой воды.

В заключение, следует отметить, что с целью реализации указанного проекта при ФГБОУ ВО «ВГУВТ» создано и функционирует ООО «Малое инновационное предприятие «Энергосберегающие технологии». Данная организация осуществляет коммерческую деятельность как по решению научно-исследовательских задач (выполнению НИР и НИОКР), так и выполняет комплексные работы по проектированию, производству, монтажу и техническому обслуживанию водоочистного оборудования. Вся линейка проектируемой и выпускаемой нами продукция представлена на сайте. Приглашаем к сотрудничеству.

## **DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF MARINE SEWAGE TREATMENT PLANTS**

D.S. Mizgirev, A.S. Kurnikov

*Key words: wastewater treatment, wastewater treatment, upgrading wastewater treatment plants.*

*Abstract: cost reduction is the main challenge facing the operators of the fleet at the present time. Thus, for the improvement of wastewater treatment plants of modern ships need to reduce the costs of reagents and consumables, energy consumption and mass-dimensional indicators. The solution to these problems is possible a number of technical methods described in this work.*