

[2] Гигиенические нормы 2.25.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

[3] Российский Речной Регистр. Правила. Том 3. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания, 2008 г.

А.С. Курников, Е.А. Черепкова
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

Ключевые слова: кавитация, водоподготовка, очистка, озонирование, УФ-излучение, сорбция.

Рассматривается вопрос водоподготовки судовых плавательных бассейнов.

Качество воды в ванне бассейна должно обеспечивать эпидемическую безопасность в отношении грибковых, вирусных, бактериальных и паразитарных заболеваний, передаваемых через воду, и предупреждать возможности вредного влияния химического состава воды на организм человека, в том числе раздражающего действия на слизистые и кожу и интоксикацию при поступлении вредных веществ при дыхании, через неповрежденную кожу и при заглатывании воды. Одновременно необходимо по возможности удовлетворять эстетические требования к качеству воды.

Авторами статьи разработана принципиальная схема судового бассейна (рис. 1) [1].

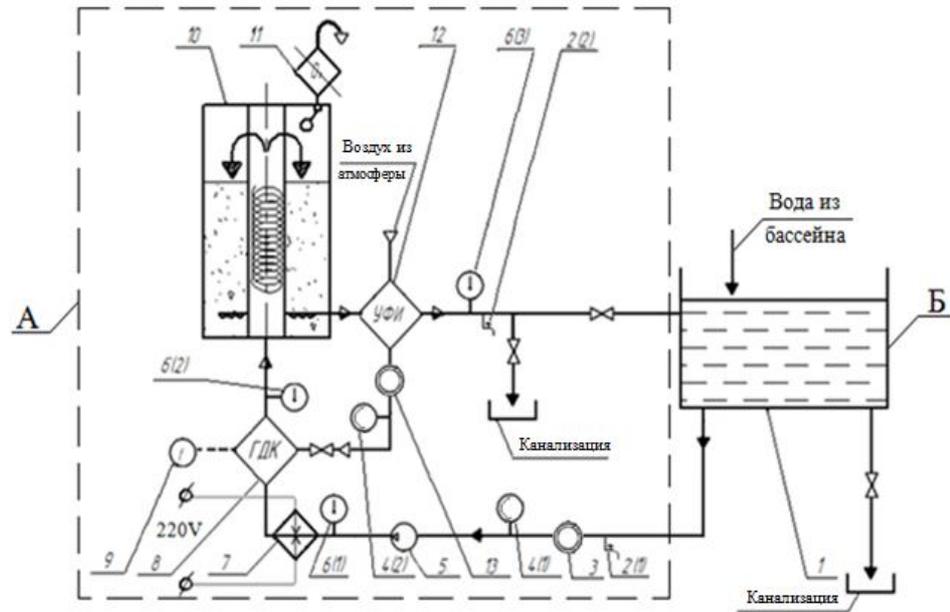


Рис. 1. Принципиальная схема судового бассейна: А – система очистки воды плавательных бассейнов (СОВБ); Б – ванна бассейна; 1 – ванна (емкость для воды); 2 – кран для забора проб; 3 – расходомер; 4 – манометр; 5 – насос; 6 – термометр; 7 – электронагреватель; 8 – кавитатор гидродинамический; 9 – кавитометр ультразвуковой; 10 – фильтр контактный; 11 – деструктор озона; 12 – устройство ультрафиолетового излучения с озонобразующей лампой (УФИО); 13 – ротаметр

Схема функционирует следующим образом. Вода из ванны бассейна 1 подается насосом 5 через электронагреватель 7 в гидродинамический кавитатор 8, в который также поступает озono-воздушная смесь из УФИО 12. Кавитатор в системе выполняет 4 функции: насоса (подача озono-воздушной смеси из УФИО), устройства для дезинфекции (разрушение оболочки болезнетворных бактерий, вирусов и спор, происходит образование активных радикалов H^+ и OH^-), смесителя (озono-воздушная смесь и вода) и нагревателя. Далее, в контактном фильтре 10 происходит окисление примесей озонem и очистка воды от образующейся взвеси засыпкой фильтра. Остаточная озono-воздушная смесь перед выпуском из воздушной “подушки” фильтра в атмосферу разлагается в деструкторе 11. Затем вода поступает на доочистку в УФИО. После обработки очищенная вода снова возвращается в ванну. Управление потоками газа и воды производится кранами 2.

Ванна судового купального бассейна изначально заполняется водой питьевого качества. В ходе эксплуатации в воде ванны начинают появляться различные загрязнения, вносимые в воду купающимися, атмосферным воздухом и солнечной радиацией, которые постепенно накапливаются. Со временем их концентрации могут превысить их предельно-допустимую концентрацию (ПДК). В связи с этим СанПиНом 2.1.2.1188-03 [2] введен регламент на обработку воды и ее водооборот в системе купального бассейна, поэтому в ходе второй части экспериментальных исследований необходимо удостовериться в качестве подготовки воды предлагаемой технологией.

Для решения этой задачи автором совместно с сотрудниками кафедры «Технологии конструкционных материалов и машиноремонта» «ВГУВТ» был разработан стенд и смонтирован на базе лаборатории «Металлорежущего оборудования». Принципиальная схема стенда соответствует изображенной на рис. 1. Отличием является только то, что вместо ванны действительного бассейна была использована емкость небольших размеров, в которой по мере необходимости заполнялось водой из действующего бассейна.

Вода для проведения исследований отбиралась из плавательного бассейна Муниципального автономного образовательного учреждения средней общеобразовательной школы № 186 города Нижнего Новгорода в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [3].

Экспериментальные исследования проводились при следующих значениях показателей:

– производительность по воде, м ³ /ч	1,0±0,1
– температура воды, °С	30,0±1,0
– давление ^{*)} , кПа	600,0±15,0
– противодействие ^{*)} , кПа	150,0±15,0
– длина волны излучения УФИО, нм	183,0
– производительность УФИО по O ₃ , г/ч, не менее	0,5
– число гидродинамических кавитаторов, шт	1
– загрузка контактного фильтра	песок+ активированный уголь
– засыпка деструктора	гопкалит
– потребляемая мощность, кВт, не более	1,5

Для оценки степени подготовки воды плавательных бассейнов проводился забор проб из трех точек:

- исходная из бассейна школы № 186;
- очищенная штатной установкой^{*)} школы № 186;
- очищенная экспериментальной СОВБ с использованием кавитации, озонирования, сорбции и ультрафиолетового излучения.

^{*)} Давление указано в абсолютных единицах.

^{**)} Схема обработки воды штатной установкой от экспериментальной отличается следующим: вместо кавитатора установлен эжектор, а озон для обеззараживания вырабатывается в отдельном генераторе озона.

Исследования предлагаемой автором технологии были выполнены на оптимальных режимах работы СОВБ. Вода из плавательного бассейна школы №186 привозилась на стенд 3 раза. Перед проведением испытаний стенд был прохлорирован.

Лабораторные исследования проводились совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» по следующим показателям:

- физико-химические (цветность, мутность);
- микробиологические (наличие золотистого стафилококка, колифаги, общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), синегнойная палочка, возбудители кишечных инфекций).

По результатам были получены протоколы (№ 4042-4044, № 4056-4058 и № 4081-4082 соответственно).

Результаты лабораторных исследований приведены на рис. 2–5.

Для определения качества обрабатываемой воды при введении минимально достаточной дозы озона в размере 0,5 исследование третьей пробы производилось по дополнительным показателям: содержание формальдегида и окисляемость (перманганатная) (см. рис. 4–5).

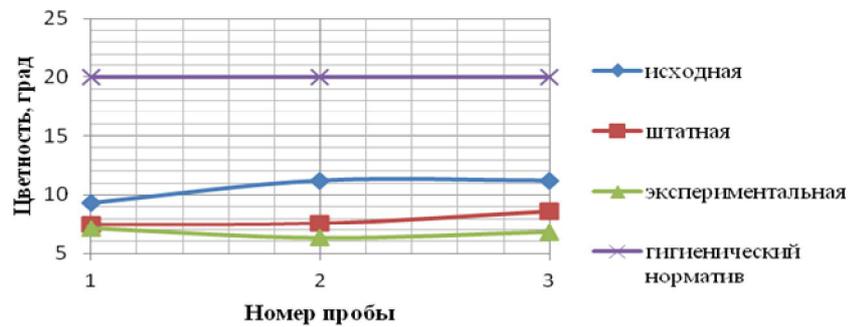


Рис. 2. Исследование качества воды – цветность

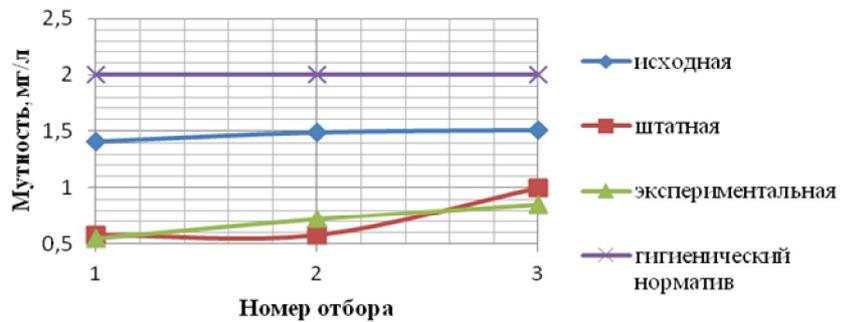


Рис. 3. Исследование качества воды – мутность

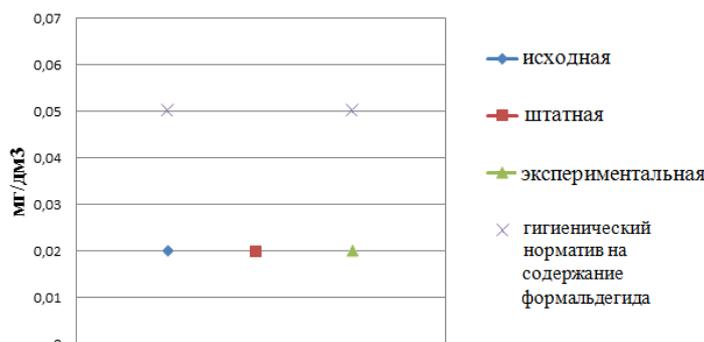


Рис. 4. Исследование качества воды – содержание формальдегида

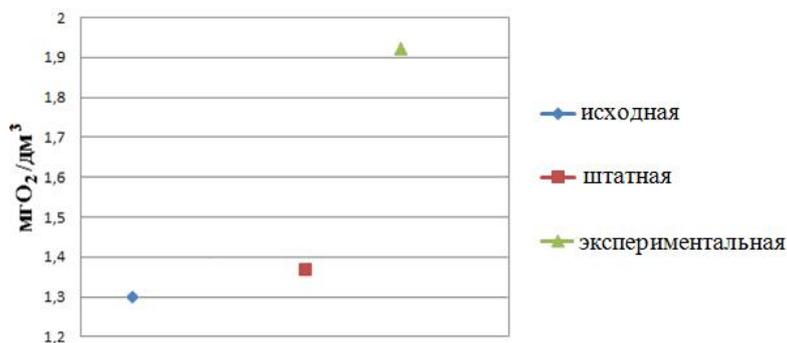


Рис. 5. Исследование качества воды – окисляемость

Анализ полученных результатов установил: экспериментальная система очистки по сравнению с исходной водой из ванны плавательного бассейна школы №186 снижает цветность на 36,3%, мутность – 51,7%, в то время как штатная – понижает цветность на 25,5%, мутность – 51,0%. В тоже время подача озono-воздушной смеси в гидродинамический кавитатор в размере 0,5 г/ч способствует увеличению процесса окисления на 40,1% с одновременным образованием защитного слоя в пристеночной области камеры смешения. Предложенный автором процесс обработки воды не влияет на содержание формальдегида.

В ходе проведения исследований установлена способность предложенной технологии обработки воды уничтожать стойкие к реагентам бактерии синегнойной палочки.

Данные результаты исследований свидетельствуют об эффективности АОТ's в водоочистке воды плавательных бассейнов при совместном взаимодействии озонирования и ультрафиолетового излучения в присутствии кавитации и сорбции.

Таким образом, использование АОТ's позволяет уменьшить дозу озона до 0,5 г/ч и интенсивность ультрафиолетового излучения без ухудшения требуемых показателей качества жидкости.

Список литературы:

- [1] Черепкова Е.А. Основы проектирования плавательных бассейнов на судах / Черепкова Е.А., Курников А.С. // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, №1, СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2013. – С. 107–115.
- [2] Проектирование, строительство и эксплуатация жилых зданий, предприятий коммунально-бытового обслуживания, учреждений образования, культуры, отдыха, спорта. Плавательные

бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества: СанПиН 2.1.2.1188-03.2.1.2. – Введен 1.06.2003. – М.: ИИЦ Минздрава России, 2003.- 15 с.

[3] Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ Р 51592-2000. – Введ. 21.04.2000. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 48 с.

А.С. Курников, Д.Е. Шляхтин
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

КОНСТРУКЦИЯ ЭЖЕКТОРА-КАВИТАТОРА

Ключевые слова: кавитатор, эжектор, кавитация, диффузор ступенчатый, магнит.

В статье анализируется возможность создать объединенную в одно целое конструкции эжектора и кавитатора. Приводятся некоторые особенности этой конструкции, которые заключаются в изменении формы диффузора из конической в ступенчатую. Указывается на возникновение вторичной кавитации за счет специального профиля каждой ступени диффузора.

В последнее время наибольшее распространение получил эффективный технологический процесс при очистке жидкости, называемый кавитацией. При кавитации происходит разрыв сплошности в некоторых участках потока движущейся капельной жидкости. Кавитаторы бывают: механические, ультразвуковые и гидродинамические.

Анализ всех типов кавитаторов показал, что они все энергоемкие и имеют значительные габаритные размеры. Поскольку в технологиях очистки жидкости, как правило, используется один из узлов – эжектор (в станциях приготовления питьевой воды, очистки сточных вод, нефтесодержащих вод, подготовка воды для плавательных бассейнов) то была произведена попытка объединения эжектора и кавитатора в единую конструкцию, которая показана на рис. 1.

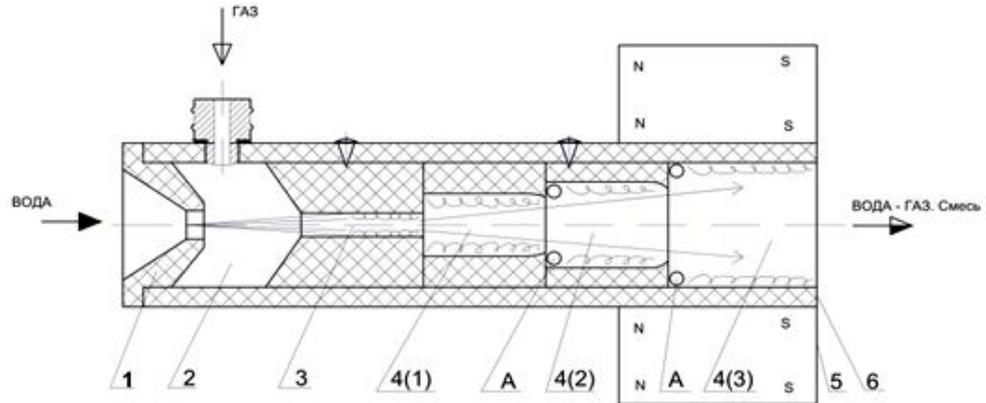


Рис. 1. Эжектор-кавитатор: А – область вторичной кавитации;
1 – сопло; 2 – камера всасывания; 3 – камера смешения;
4 – камеры диффузора; 5 – магнит постоянный; 6 – корпус

В данной конструкции предлагается изменить диффузорную часть эжектора, которая заключается в замене конической формы на ступенчатую. Ступени диффузора выполнены особой формы для образования вторичной кавитации. Впервые такую конструкцию диффузора предложил Лобинский С.В., которую он использовал для топливного кавитатора (патент № 2435649). Первичная кавитация в струйных аппара-