

УДК 629.5.06

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Гурьянов Николай Михайлович¹, соискатель

e-mail: gurnikol@yandex.ru

Мизгирев Дмитрий Сергеевич¹, д.т.н., доцент, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Целью экспериментальных исследований являлось определение влияния геометрических параметров компонентов агрегата комплексного обеззараживания на его конструкцию для достижения максимальной производительности по озону и ультрафиолетовому излучению.

Ключевые слова: озонирование, обеззараживание, приготовление питьевой воды, устройство для обработки и приготовления питьевой воды, УФ-излучение.

EXPERIMENTAL STUDIES OF UPGRADED DRINKING WATER TREATMENT PLANTS

Nikolai M. Gurianov¹, degree-Seeking Student

e-mail: gurnikol@yandex.ru

Dmitrii S. Mizgirev¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the department of lifting and Transport Machines and Mechanical Repair

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

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

Abstract. The aim of the experimental studies was to determine the influence of the geometric parameters of the components of the complex disinfection unit on its design to achieve maximum performance in terms of ozone and ultraviolet radiation.

Keywords: ozonation, disinfection, preparation of drinking water, device for processing and preparation of drinking water, UV radiation.

В результате экспериментальных исследований необходимо выяснить работоспособность станции приготовления питьевой воды (СППВ) по предложенной технологической схеме. Благодаря синергетическому эффекту АОТ's, новая принципиальная схема СППВ является универсальным и эффективным решением. Она

может быть успешно применена как на судах, так и в стационарных и передвижных береговых системах очистки воды. Кроме того, эта схема находит применение в другом водоочистном оборудовании, например, для доочистки воды до питьевого качества в пищевой промышленности, для поддержания санитарно-гигиенических и бактериологических норм в бассейнах (плавательных, лечебных, рекреационных), а также для подготовки котельной и технологической воды в энергетике и промышленности.

Первая группа экспериментов проводилась на стенде, имитирующем работу части СППВ, представляющем собой комплекс из электронасосного агрегата, гидродинамического кавитатора и озоногенирующей УФЛ. В составе стенда применено оборудование отечественного и импортного производства, используемое в судовых системах [2].

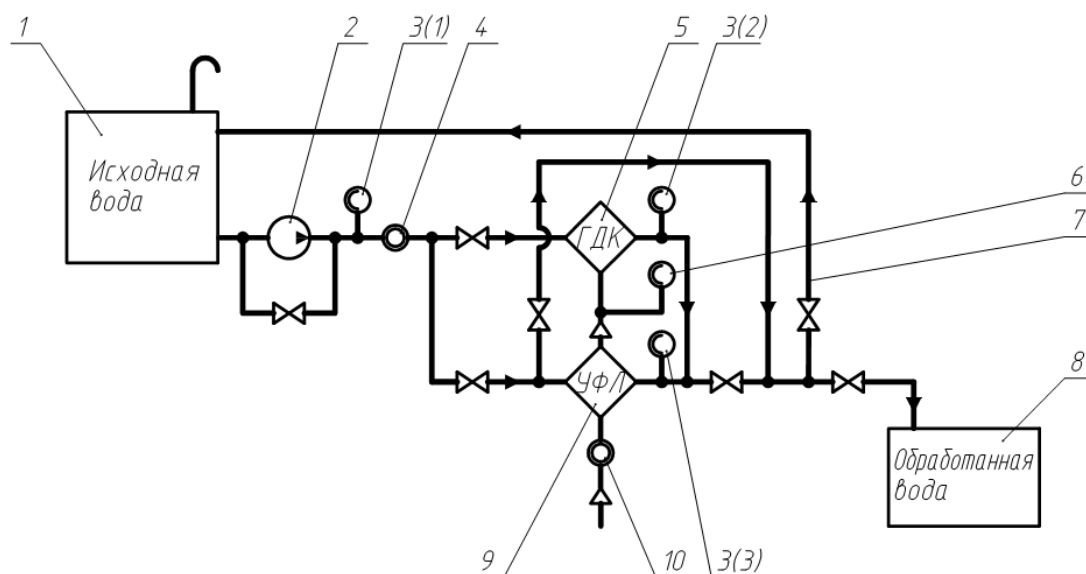


Рисунок 1 – Принципиальная схема стенда № 1:

1 – емкость исходной воды; 2 – электронасос; 3 – манометр; 4 – расходомер; 5 – кавитатор гидродинамический; 6 – мановакуумметр; 7 трубопровод обводной; 8 – емкость обработанной воды; 9 – озоногенирующая УФЛ; 10 – ротаметр

Настройка стенда перед испытаниями проводилась на водопроводной воде постоянной температуры, а также при постоянной температуре окружающего воздуха, характеристики элементов в процессе исследований поддерживались постоянными. Во избежание влияния переходных процессов длительность каждого эксперимента составляла не менее 10 с, что соответствует времени контакта в гидродинамических устройствах [5].

Предварительные исследования работы аппарата производились на воде из р. Волга, взятой в районе причала паромной переправы г. Н. Новгород – г. Бор с температурой $T_в = 15^\circ\text{C}$ при температуре окружающего воздуха $T_в = 23^\circ\text{C}$.

Исследования подтвердили эффективность гидродинамического кавитатора в качестве нагревателя жидкостей. Применение этого устройства в системах СППВ предотвращает образование конденсата и поломку стеклянных трубок озонаторов, гарантируя стабильную работу оборудования при близких к отрицательным температурам окружающего воздуха, для подогрева поступающей потребителям ПВ (с целью экономии расхода греющего теплоносителя или электроэнергии) и т.д.

Таким образом, можно сделать вывод об эффективности кавитационной обработки при очистке воды от железа путем перевода растворенных соединений в нерастворимый вид и последующем их отделении фильтрацией, а также о предпосылках возникновения

синергетического эффекта воздействия предварительной обработки кавитацией с целью повышения обеззараживающего эффекта УФ-излучения [5].

Вторая группа экспериментальных исследований была направлена на изучение влияния геометрических размеров элементов конструкции агрегата комплексного обеззараживания с целью оптимизацию его конструкции для максимальной производительности по озону и УФ-излучению.

Для исследования процессов, протекающих в устройстве, была разработана и изготовлена на базе корпуса серийно выпускаемой УФЛ «Лазурь-М1» измерительная ячейка, а также создан стенд № 2 (рис. 2).

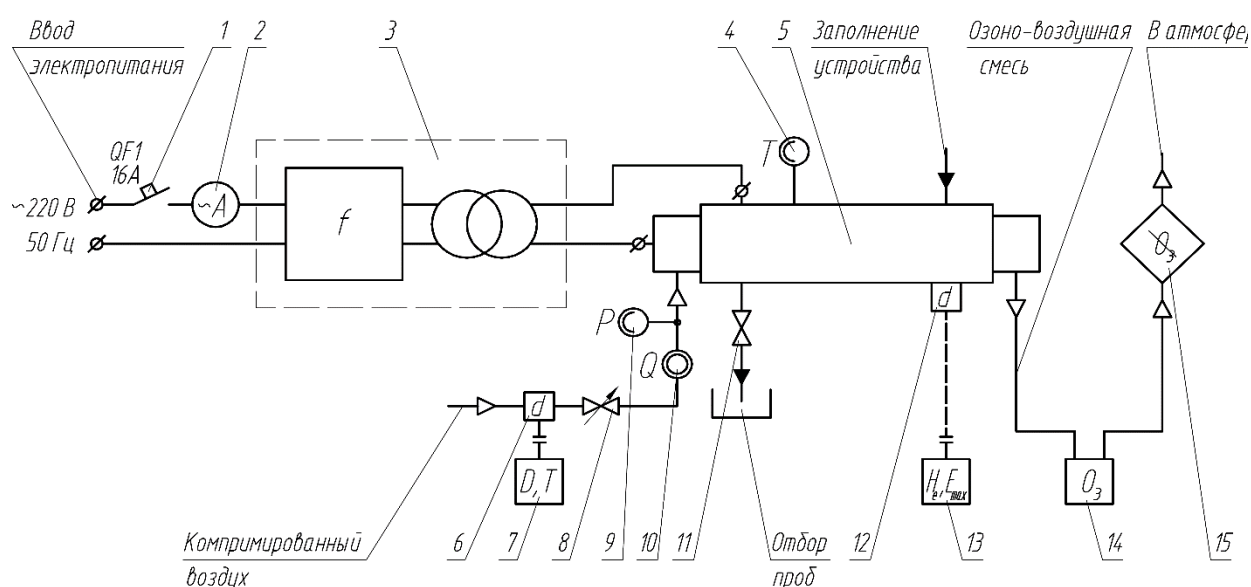


Рисунок 2 – Принципиальная схема стенда № 2:

- 1 – выключатель автоматический; 2 – амперметр; 3 – высоковольтный трансформатор;
4 – термометр; 5 – агрегат комплексного обеззараживания; 6 – датчик температуры и влажности; 7 – измеритель влажности и температуры; 8 – клапан редукционный;
9 – мановакуумметр; 10 – расходомер; 11 – кран пробоотборный; 12 – головка измерительная;
13 – УФ-радиометр; 14 – измеритель концентрации озона; 15 – деструктор озона

Технические параметры стенда № 2 в ходе проведения опытов поддерживались на уровне, полученном при его наладке перед испытаниями.

В связи с тем, что прибор комбинированный УФ-радиометр не предназначен для выполнения измерений в жидкости (воде), необходимо выполнить его калибровку применительно к конструкции измерительной головки экспериментального стенда. Калибровка выполнена с помощью УФЛ LTC 16T5 (мощность электрическая $N = 16$ Вт; УФ мощность (при $\lambda = 254$ нм) $N_{уф} \approx 4,2$ Вт; потребляемый ток $I_{уф} = 370$ мА) с источником питания «Лазурь-М1», стандартных кварцевых чехлов, светонепроницаемой конструкции, на воздухе и на воде.

Оптимизация конструкции агрегата комплексного обеззараживания проведена многофакторным экспериментом и выполнена с применением программного продукта STATGRAPHICS Plus 5.0.

Результаты многофакторного регрессионного анализа экспериментальных данных приведены в работе, а основные графические зависимости изображены на рис. 3.

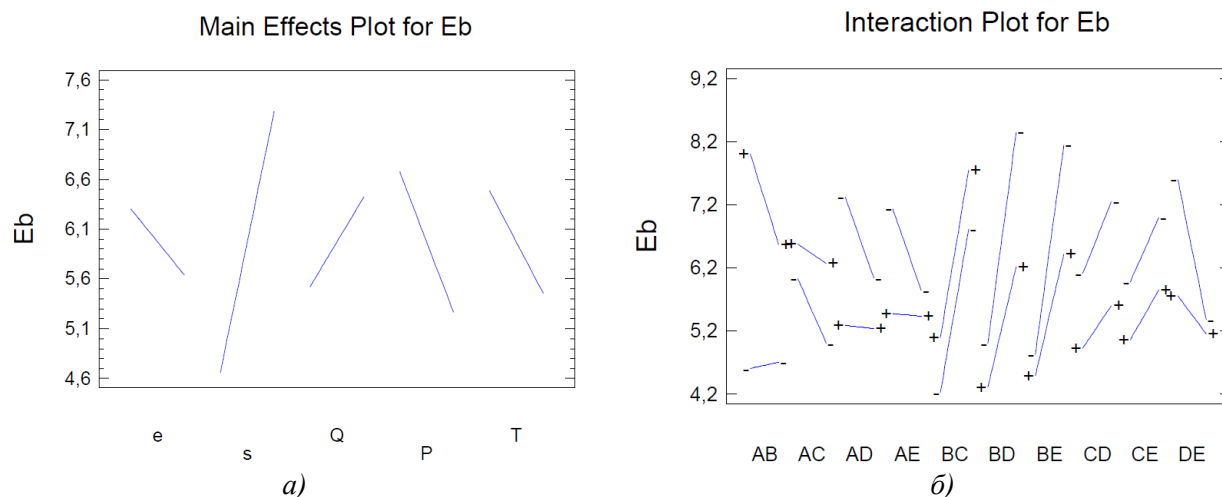


Рисунок 3 – Графики влияния основных факторов (а) и их взаимодействия (б)

Эксперимент подтвердил, что устройство функционирует в рамках испытательного стенда и соответствует установленным метрологическим требованиям, что позволяет использовать его для последующих научных изысканий, направленных на совершенствование конструкции узла комплексной очистки воды на станции приготовления питьевой воды.

Список литературы:

1. Мизгирев Д.С., Черепкова Е.А., Слюсарев А.С., Отделкин Н.С. Объединенная судовая система приготовления и кондиционирования питьевой воды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2019. - Т. 27. - №3. - С. 173-183. doi: 10.22363/2313-2310-2019-27-3-173-183.
2. Патент № 2705355 С1 Российская Федерация, МПК C02F 9/06, C02F 1/78, C02F 1/46. устройство для очистки и приготовления питьевой воды: № 2019112291: заявл. 23.04.2019: опубл. 06.11.2019 / Д. С. Мизгирев, Н. М. Гурьянов. – EDN WIBBBJ.
3. Сотниченко С.А., Гурьев В.А. Применение методов АОР // Активированные окислительные технологии. Тез. докл. Труды Международной конференции. – Германия, 1996. – С. 27-31.
4. Скурлатов Ю.И., Штамм Е.В. Ультрафиолетовое излучение – технология настоящего и будущего в процессах водоподготовки и водоочистки / Ю.И. Скурлатов, Е.В. Штамм // Экология и промышленность России. – 2000. – Апрель. – С. 24-27.
5. Мизгирев, Д. С. Экспериментальные исследования процессов первичной обработки загрязненных вод гидродинамической кавитацией / Д. С. Мизгирев, В. Г. Сугаков, Н. М. Гурьянов // Морские интеллектуальные технологии. – 2024. – № 4-2(66). – С. 38-47.