

являются высокая скорость реакции на действия пользователя, возможность задействовать все доступные датчики платформы, позволяющие осуществлять анализ положения устройства в помещении. Кроме того, перемещение камеры по такой модели может быть произвольным (не только переходы между контрольными точками - точками съёмки).

Минусами такого приложения являются меньшая реалистичность за счёт использования двухмерного представления плана или трёхмерного моделирования интерьера, а не его фотографического изображения. В дальнейшем возможно реализовать приложение с применением библиотеки OpenGL ES, что позволит частично решить проблему за счёт улучшенной детализации трёхмерных моделей. Однако это приведёт и к повышению объёма хранимой модели, и к повышению требований к аппаратной части.

В перспективе можно реализовать следующий подход: разработать приложение с применением клиент-серверной архитектуры. Сервер, доступный по Wi-Fi локально или через Интернет, будет отвечать за хранение контента, обновление данных о помещениях (аудиториях), таких как назначение аудитории (лекционная аудитория, компьютерный или другой специализированный класс, кабинет отдела, кафедры, деканата, и каких именно), состояние кабинета (ремонт), привязка к расписанию (какие занятия, мероприятия и т.д. проводятся).

На стороне клиента возможна реализация корректировки внутреннего позиционирования по идентификаторам беспроводных сетей [3]. Также есть возможность отслеживать положение клиентов, что позволит пользователю определять, где в здании он находится. Для решения этой задачи традиционно используют технологии GPS или Глонасс. Однако внутри зданий эти технологии практически бесполезны, так как соответствующие сенсоры не в состоянии поддерживать связь со спутниками из-за потери сигнала. Для этой цели можно использовать данные мобильной сети, но это тоже не даёт практически применимых результатов, так как точность такого позиционирования достаточно низкая, а для внутреннего позиционирования погрешность в 1-2 метра уже довольно значительна, так как в здании это может соответствовать соседним помещениям.

Для решения, ориентированного на конкретное здание (например, на здание университета), возможно использование визуальных данных пользователя или механизма распознавания контрольных точек (таблички на аудиториях или другие визуальные маркеры).

Заключение. В работе были описаны подходы к организации систем визуализации интерьеров зданий, выявлены плюсы и минусы каждого подхода. Также в работе рассмотрена возможность позиционирования через использование карты идентификаторов Wi-Fi сетей. За рамками этой работы осталась инерциальная навигация на основе датчиков мобильного устройства (акселерометр, магнетометр). Такие технологии позволяют повысить точность позиционирования, однако требуют наличия современных устройств у пользователей системы. Но, с другой стороны, применение таких технологий делает возможным использования технологии дополненной реальности в системе визуализации интерьеров.

Список литературы

1. Алексеев А. А. Конструирование интерактивных 3D-панорам средствами языка JavaScript / А. А. Алексеев // Материалы III Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов «Молодость. Интеллект. Инициатива», Витебск, 23-24 апреля 2015 г. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2015. – С. 21-22.
2. Documentation – Apache Cordova / The Apache Software Foundation [Электронный ресурс удалённого доступа]. Режим доступа: <https://cordova.apache.org/docs/en/latest/>. Дата доступа: 10.01.2017.
3. Karimi, H. A. Indoor Wayfinding and Navigation. – CRC Press, 2015. – P. 266.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ОЗОНА ПО ВЫСОТЕ СТОЛБА ЖИДКОСТИ

*В.И. Романовский, В.В. Лихавицкий, С.В. Красковский
Минск, БГТУ*

Использование озона в технологии водоподготовки нашло широкое распространение в последние годы, в частности в процессах обеззараживания, дезинфекции и обезжелезивания. Это связано с рядом причин, в первую очередь высокой окислительной способностью озона.

При использовании озона основной стадией является растворение озона в воде. Как известно растворение озона в воде описывается законом Генри. Также в литературе присутствуют

данные по растворимости озона в воде в зависимости от температуры по данным Хорватса, а также справочнику растворимости Когана В. Б. Названные источники позволяют теоретически спрогнозировать равновесную концентрацию озона на различных глубинах, однако на практике данная концентрация может сильно отличаться, т.к. на ее значение будет оказывать ряд факторов: наличие окисляемых веществ, концентрация озона в газовой смеси, давление, размер пузырьков газа, создаваемых аэратором и ряд других.

Цель данной работы – провести математическое описание процесса растворения озона в воде от ряда эксплуатационных параметров.

Изучение закономерностей растворения озона в воде по высоте столба жидкости от параметров обработки являются необходимыми для разработки новых технологий дезинфекции сооружений водоснабжения с использованием озона. Представленные в литературе сведения по растворимости озона в воде позволяют рассчитать только равновесную концентрацию в системе жидкость-газ без учета других факторов.

Проведенные ранее авторами [1–4] исследования позволили установить влияние каждого из изменяемого параметра на остаточную концентрацию озона в воде.

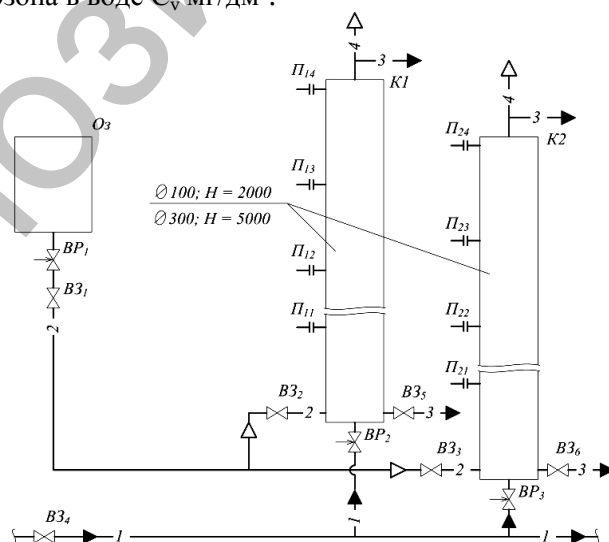
Материал и методы. Для определения растворимости озона в воде по высоте столба жидкости была собрана экспериментальная установка по схеме, изображенной на рис. 1.

Установка представляет собой пластиковую трубу: первая имеет диаметр 0,1 м и высоту 2 м, вторая – диаметр 0,3 м и высоту 5 м. В трубе сделаны отверстия для отбора проб с шагом 0,5 м.

Для генерации использовался экспериментальный озонатор фирмы ООО «РовалантСпецСервис» и озонатор фирмы Finnegan-Reztek (США). Для определения массового содержания озона в газовой фазе использовали анализатор озона BMT 961 фирмы Ozone Systems & Technology International (США). Определение концентрации озона в водопроводной воде проводили по ГОСТ 18301–72 «Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного озона». Чувствительность метода 0,05 мг O_3 /дм³.

При проведении эксперимента использовались следующие интервалы варьирования выбранных параметров:

- диаметр моделируемой скважины $D = 0,1–0,3$ м;
- концентрация озона в газовой смеси $C_r = 2,7–55$ г/м³;
- время насыщения воды $T = 10–60$ мин;
- высота отбора пробы $H = 0–3$ м;
- расход озоновоздушной смеси $Q = 3,3–700$ дм³/мин;
- концентрация озона в воде C_v мг/дм³.



O_3 – генератор озона; $K1–2$ – колонна; $BZ_{1–6}$ – вентиль запорный; $BP_{1–3}$ – вентиль регулирующий; $П_{11–24}$ – прободборный штуцер.

1 – вода со скважины; 2 – озоновоздушная смесь; 3 – сброс воды; 4 – выброс газа.

Рис. 1 – Схема экспериментальной установки

Для оценки величины линейной связи между переменными параметрами и выбора вида уравнения математической модели применялся выборочный коэффициент корреляции. С учетом принятой формы уравнений регрессии с использованием статистических данных с помощью метода наименьших квадратов было рассчитано уравнение регрессии. Оценка адекватности полученного уравнения производилась по соотношению расчетного и табличного значения критерия Фишера при уровне значимости 5%. представлены схемы и основные технические характеристики вариантов дезинфекции сооружений водоснабжения: водозаборных скважин, фильтров, резервуаров чистой воды; предложен вариант мобильной установки.

Результаты и их обсуждение. Данные результатов расчетов матрицы выборочных коэффициентов корреляции по статистическим данным позволили оценить степень линейной связи между параметрами процесса и выбрать вид (форму) уравнений математической модели. В полученной матрице модели большинство значений близки к 1, кроме T и H . Это означает, что линейная связь между ними плохая. Поэтому при подборе уравнения принимались нелинейные зависимости.

Т.к. полученные значения выборочного коэффициента корреляции больше $t_T(g, f)$ (т.е. выполняется условие $T_{\text{набл}} > T_{\text{табл}}$), то гипотеза о равенстве нулю коэффициента корреляции была отклонена. Другими словами, все коэффициенты корреляции являются статистически значимыми, а, следовательно, данные D , C , T , H и Q можно использовать при построении уравнения регрессии.

С учетом принятой формы уравнений регрессии с использованием статистических данных с помощью метода наименьших квадратов были рассчитаны следующие уравнение регрессии:

$$C_v = 3,9436 - 27,2356 \cdot D + 0,0339 \cdot C + 0,0286 \cdot T - 0,0456 \cdot H + 0,0247 \cdot Q - 155,3858 \cdot D^2 - 0,0003 \cdot T^2 + 0,0522 \cdot e^{-H}$$

Расчетное значение критерия Фишера для данной модели больше табличного, это означает, что полученное уравнение регрессии адекватно и может применяться для решения задачи оптимизации.

Заключение. Полученная математическая модель позволяет описать зависимость концентрации озона в воде от заданных параметров: диаметра моделируемой скважины (0,1–0,3 м), высоты отбора пробы от точки ввода газовой смеси (0–4 м), концентрации озона в газовой смеси (2,7–55 г/м³), времени обработки (10–60 мин), расхода газовой смеси (3,3–700 дм³/мин).

Работа выполнялась в рамках проекта X15M-074 при поддержке БРФФИ.

Список литературы

1. Романовский, В.И. Анализ эффективности дезинфекции сооружений питьевого водоснабжения с использованием хлорсодержащих дезинфицирующих средств и озона / Романовский В. И., Рымовская М. В., Бессонова Ю. Н., Ковалевская А. М., Лихавицкий В. В. // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – №2(92). – С. 68–71.
2. Романовский, В.И. Исследование растворимости озона в воде по высоте столба жидкости / В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий, А. Д. Гуринович // Труды БГТУ. – 2015. – № 3 (176): Химия и технология неорганич. в-в. – С. 113–118.
3. Романовский, В.И. Технические аспекты использования озона в водоподготовке / В.И. Романовский, А.Д. Гуринович, Ю.Н. Бессонова, Е.В. Крышилович // Вода magazine. – 2016. – №2(102). – С. 36–41.
4. Гуринович, А.Д. Эффективность дезинфекции озонотерапией сооружений систем водоснабжения / А.Д. Гуринович, В.И. Романовский, Ю.Н. Бессонова // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2016. – №10. – С. 48–51.

О СВОЙСТВАХ ИНЪЕКТОРОВ ЛОКАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ ФИТТИНГА

М.Г. Семенов

Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Все рассматриваемые в работе группы конечны. В определениях и обозначениях мы следуем [1].

Хорошо известны результаты Локетта [2] о свойствах инъекторов конечной группы для классов Фиттинга. Целью настоящей работы является перенос указанных результатов Локетта на множества Фиттинга частично разрешимой группы.

Напомним, что множеством Фиттинга группы G называют [1, с. 537] такое непустое множество подгрупп группы G , которое замкнуто относительно взятия нормальных подгрупп, их произведений и сопряжений подгрупп. Множество Фиттинга $\mathcal{F}$ группы G назовем