

4. Hidrologiya / F. Ə. İmanov, V. A. Məmmədov, İ. M. Abdullayev. – Bakı : “MBM”, 2014. – 564 səh.
5. Məsafədən zondlamanın fiziki əsasları / A.Ş.Mehdiyev, B.M.Əzizov, A.N.Bədəlova. – Bakı : “Mülki Aviasiya”, 2014. – 306.
6. Tətbiqi hidrologiya / F. Ə. İmanov. – Bakı : “MBM”, 2010. – 232 səh.
7. Azərbaycan Respublikası. Coğrafi atlas (Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi Geodeziya və Kartoqrafiya üzrə Dövlət Agentliyi Bakı Kartoqrafiya Fabriki) / Direktor: Bayramov M. T., 2018. – 207 səh.
8. Геоинформационные системы: Учебное пособие / Ципилева Т. А. – Томск : Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
9. Разумная вода: интегрированное управление водными ресурсами на базе смарт-технологий и моделей для умных городов / В. П. Куприяновский, А. С. Щичко, Д. Е. Намиот, Ю. В. Куприяновская. – International Journal of Open Information Technologies. – Vol 4. – No: 4. – 2016. – P. 20–29.
10. Qarabağ və Şərqi Zəngəzurda nəqliyyat-logistika imkanlarının mövcud vəziyyəti: planlaşdırılan layihələr və onların gələcək inkişaf istiqamətləri / İ. A. Bayramov – Bakı Dövlət Universiteti Coğrafiya fakültəsi Tələbə Elmi Cəmiyyətinin İşğaldan azad olunmuş ərazilərin bərpasında gənclərin roluna həsr olunmuş “Azərbaycan Respublikasının iqtisadi rayonlarında davamlı inkişafın coğrafi problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı – 2022, “Ecoprint”, 236 s. – səh. 175-178.
11. Колебания уровня вод Каспийского моря и их влияние на экономику прибрежных регионов Азербайджанской Республики / И. А. Байрамов, И. И. Гасымова // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации : сб. науч. статей. – Уфа, РФ / НИЦ Вестник Науки, 2022. – 186 с. (Секция 11. Географические науки). – С. 165–178.
12. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

УДК 628.16

## **ОЗОНИРОВАНИЕ – ЛУЧШИЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ**

*С. Г. Белов, Г. О. Наумчик*

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь  
vvit@bstu.by

### **Аннотация**

Хлор является традиционным и самым надежным дезинфектантом, однако при его применении в бассейнах возникает ряд проблем, таких как аллергические реакции организма купальщиков, необходимость шокового хлорирования и т.д. Для устранения данных проблем предложено использовать озонирование как самостоятельно, так и в сочетании с хлорированием. При этом достигается высокая степень обеззараживания, хороший эффект последствия в чаше бассейна и значительно снижается расход активного хлора.

**Ключевые слова:** обеззараживание, озонирование, хлорирование, циркуляционный расход, дезинфектант, пролонгирующий эффект.

## **OZONIZING IS THE BEST WATER TREATMENT METHOD IN A SWIMMING POOL**

*S. G. Belov, G. O. Naumchik*

### **Abstract**

Chlorine is the traditional and most reliable disinfectant, however, its use in pools raises a number of problems, such as allergic reactions of the body of bathers, the need for shock chlorination, etc. To eliminate these problems, it is proposed to use ozonation both independently and in combination with chlorination. At the same time, a high degree of disinfection is achieved, a good aftereffect in the pool bowl and the consumption of active chlorine is significantly reduced.

**Keywords:** disinfection, ozonation, chlorination, circulation flow, disinfectant, prolonging effect.

**Введение.** В воду бассейна с посетителями или из окружающей среды постоянно попадают разного рода загрязнения. Даже после основательной очистки тела купальщика, в воду, в частности, из полости рта, со слизистых поверхностей, с кожных покровов, попадает около 35 миллионов бактерий, а также от 2 до 5 г органических субстанций, таких как частицы кожи, волокна текстиля, волосы, остатки косметики, средств по уходу за телом. Эмпирически принимается во внимание, что купальщик, большей частью непреднамеренно, принимает внутрь во время купания от 50 до 60 мл бассейновой воды. Поэтому вода бассейна должна соответствовать действующим предписаниям по гигиене и ни в коем случае не должна быть ни возбудителем, ни переносчиком болезни. Это значит, что при эффективной и правильной водоподготовке вредные для здоровья микробиологические загрязнения, такие как бактерии, вирусы, водоросли или их споры должны дезактивироваться и удаляться из воды бассейна вместе с питающей их средой, а все прочие органические и неорганические растворенные примеси должны по возможности переводиться во взвешенное состояние, а затем отфильтровываться. Это обеспечивается при соблюдении следующих условий:

1) постоянная дезинфекция в самом бассейне, когда в воде бассейна постоянно находится соответствующий избыток дезинфектанта, чтобы достаточно эффективно и длительно воздействовать на воду;

2) удаление (окисление) органических примесей, которые не могут улавливаться фильтровальной установкой, т.е. дезинфектант должен обладать свойствами окислителя [1].

В Республике Беларусь в настоящее время для дезинфекции воды в бассейнах повсеместно используется хлор – один из самых надежных в эпидемиологическом отношении дезинфектантов, обладающий длительным обеззараживающим эффектом [2]. Однако при неграмотном подходе или неэффективных режимах проведения процесса хлорирования (передозировка) возникает целый ряд неприятных проблем, которые прежде всего касаются ухудшения органолептических показателей воды и вызывают у посетителей раздражение слизи-

стой, сухость кожи и т.п. Это в основном связано с тем, что, реагируя с органическими загрязнениями воды бассейна, хлор образует галогенпроизводные углеродородов (галометаны, хлорфенолы), а с мочевиной – хлорамины и т.п. Поэтому, обеспечивая с помощью хлорирования барьерный эффект обеззараживания, целесообразно комбинировать его с другими методами обработки воды, что позволяет снижать уровень остаточного хлора в воде бассейна.

Интересным и достаточно распространенным является сочетание процессов хлорирования и УФ-обеззараживания. Однако самым грамотным, эффективным, надежным и перспективным способом, гарантирующим эпидемиологическую безопасность, свежесть и комфортность воды бассейна, считается комбинация методов хлорирования и озонирования.

**Результаты и обсуждение.** Применение озона в циркуляционной системе подготовки воды в бассейне можно назвать оптимальным как с точки зрения технологичности метода (способа), так и с точки зрения эффективности воздействия озона на загрязнения, содержащиеся в воде.

Эффективность озонирования подтверждается, например, тем, что в Германии в терапевтических бассейнах медицинских учреждений, в соответствии с немецкими законами, применение этого метода является обязательным. Очистка воды в бассейнах комбинированным методом с применением озона широко распространена во Франции, Японии, Германии, США, Австралии и ряде других стран.

Озон ( $O_3$ ), активная форма кислорода ( $O_2$ ), является сильнейшим и самым чистым средством дезинфекции и окисления в технологии водоподготовки. Эти свойства обусловлены высокой энергией его разложения (распада) и высвобождаемого при этом кислорода, что ведет к значительному снижению в воде уровня органических и неорганических примесей, таких, например, как мочевина, гуминовые и фульво-кислоты и т.п. Озонирование также предоставляет возможность снизить в циркуляционной воде содержание тяжело удаляемых другими методами соединений железа, марганца, серы и азота. Железо, например, после озонирования в виде хлопьев гидроксида железа задерживается при последующем фильтровании. Т.е. этот метод усиливает и поддерживает флокуляцию, что не происходит ни при каком другом методе водоочистки. При совместном использовании озонирования и хлорирования разрушаются, обычно сопутствующие процессу хлорирования продукты, такие как хлорамины, тригалометаны и т.д. Кроме того, озонирование позволяет снижать дозу вводимого хлора, требующегося для поддержания бактерицидности воды в бассейне, до минимума, ниже порога чувствительности человеческого осязания, то есть с 0,3 – 0,5 мг/л, до 0,1 – 0,3 мг/л, что уменьшает глазные, слизистые и кожные аллергические реакции на воду со стороны купающихся.

Немецкие стандарты, принятые почти во всём мире как эталон, а именно DIN 19643, часть 3 и 4, регламентируют системы водоподготовки плавательных бассейнов, в том числе, и с помощью озонирования [3]. В соответствии с вышеуказанными нормативами озон требуется вводить в воду в дозах 0,8–1,5 г/м<sup>3</sup> обрабатываемой воды в зависимости от ее температуры.

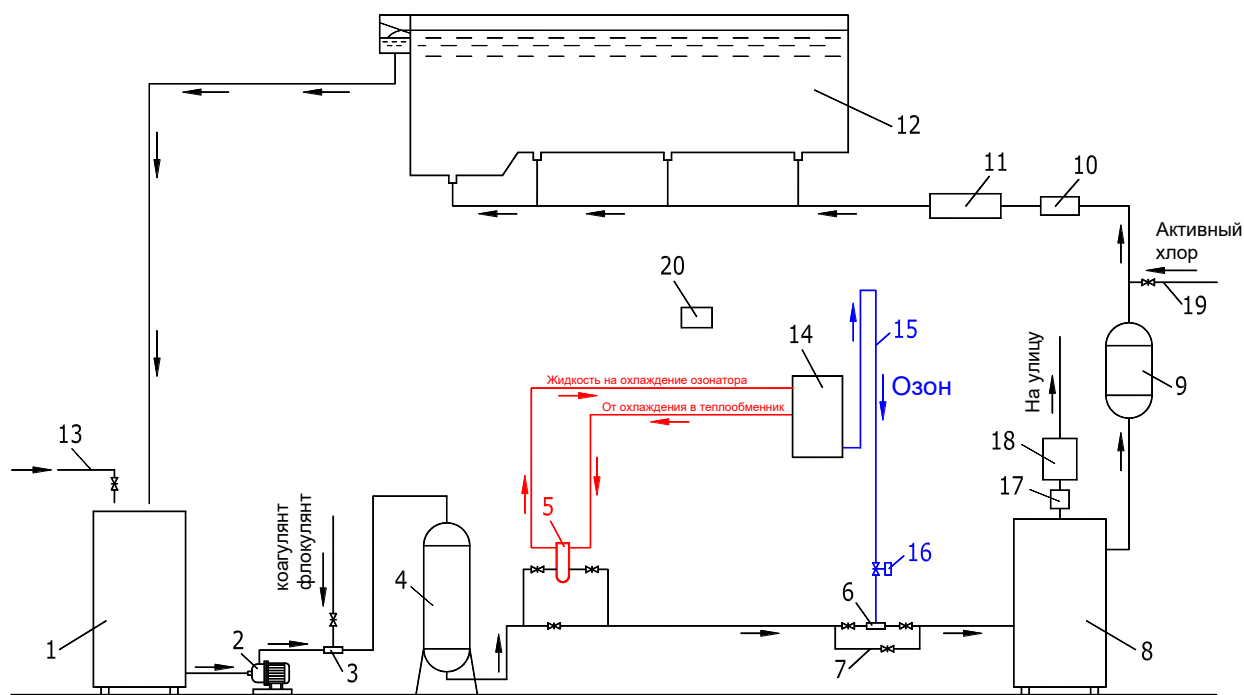
Нормы DIN 19643, часть 3 предусматривают следующую методику обработки циркуляционной воды в бассейне: «флокуляция → песчано-гравийный напорный фильтр → озонирование → реакционная емкость → многослойный сорбционный фильтр → хлорирование и коррекция рН». Озон подвержен очень быстрому распаду, что не позволяет хранить его ни в сжиженном виде, ни в виде раствора. Этим определяется обязательное расположение оборудования генерирования озона в непосредственной близости от места его ввода в систему циркуляции воды бассейна. Озон, вырабатываемый озонатором, подается, в виде озono-воздушной смеси, в воду через специальный инжектор. Так как степень эффективности обработки воды озоном зависит от времени его нахождения в воде и степени его перемешивания с ней, то применяются, как правило, турбулентные смесители, после которых вода, перемешанная с озono-воздушной смесью, попадает в реакционную емкость. Время контакта озона с обрабатываемой водой по данному стандарту должно составлять не менее 3 минут, соответственно, объем реакционной емкости рассчитывается по следующей формуле

$$V=Q\cdot 3/60 \text{ (м}^3\text{)}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем реакционной емкости  $\text{м}^3$ ;  $Q$  – циркуляционный расход,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

В этот расчет нельзя включать объем следующего по циркуляционному контуру многослойного сорбционного фильтра, в котором, на ступени активированного угля, непрореагировавший в реакционной емкости озон в процессе каталитического и химического разложения превращается в углекислоту ( $\text{CO}_2$ ) и кислород ( $\text{O}_2$ ). Возможный остаток непрореагировавшего озона по вентиляционным трубопроводам от реакционной емкости и многослойного сорбционного фильтра должен проходить через деструктор озона, после которого содержание озона в воздухе не должно превышать 0,1 ppm (0,1 г на 1 кг воздуха), и далее этот трубопровод должен выходить на улицу для последующего рассеивания. Для обеспечения безопасной эксплуатации установки озонирования содержат аварийный датчик уровня озона в воздухе рабочей зоны озонатора, и в случае превышения содержания озона выше нормируемых предельных величин сигнализируют о возникшей неисправности, или автоматически отключают озонаторную установку.

К недостаткам озона можно относительно короткий срок жизни (слабое пролонгирующее действие), поэтому его часто комбинируют с хлором, который обеспечивает длительный пролонгирующий эффект, которого недостает озону. Принципиальная схема обработки воды бассейна комбинированным методом «озонирование – хлорирование» представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1** – Принципиальная схема обработки воды коммунального бассейна по комбинированной технологии «озонирование-хлорирование»

1 – резервуар воды для очистки; 2 – циркуляционный насос; 3 – узел введения коагулянта или флокулянта; 4 – скорые напорные фильтры механической очистки; 5 – теплообменник охлаждения озонатора; 6 – узел смешивания газообразного озона с обрабатываемой водой; 7 – обводная линия; 8 – контактная камера реакции с озоном; 9 – сорбционный фильтр; 10 – корректор pH; 11 – водонагреватель; 12 – бассейн; 13 – линия подпитки бассейна свежей водой; 14 – озонатор; 15 – трубопровод подачи газообразного озона; 16 – шаровый кран с электроприводом; 17 – озоностойкий вантуз; 18 – деструктор непрореагировавшего озона; 19 – подача раствора активного хлора; 20 – аварийный датчик уровня озона в воздухе рабочей зоны озонатора

**Заключение.** Окисляя компоненты исходной воды, а также вносимые купающимися органические и неорганические загрязнения, озон не только делает воду бассейна кристально чистой и комфортной для купающихся, но и заметно снижает расход вводимого гипохлорита натрия, оставляя хлору лишь роль барьера и хранителя благополучной эпидемиологической обстановки в чаше. Таким образом, комплексное использование метода озонирования и хлорирования позволяет, по сравнению с технологией без озонирования, снизить до 0,3 мг/л «барьерный» уровень хлора как дезинфектанта. К тому же, озон, делая воду чистой и свободной от органики и мочевины, заметно снижает степень перехода свободного, более реакционноспособного и органолептически приемлемого хлора, в связанное состояние, тем самым также способствуя экономии применяемых хлорсодержащих реагентов и повышению эффективности их использования. В итоге, в зависимости от характера водоисточника и качества исходной воды, которая используется для заполнения и подпитки бассейна, а также условий эксплуатации бассейна (температуры и состава воды, чистоплотности купающихся, профессионализма и компетентности обслуживающего персонала), применение озонирования обеспечит не только кристально чистой,

приятную и в высшей степени надежную в санитарно-эпидемиологическом отношении воду бассейна, но и снижение расхода хлорсодержащих реагентов на 50-70 %. При этом абсолютно гарантирована полная комфортность и высокая эпидемиологическая безопасность воды бассейна, а значит, и хорошее самочувствие купающихся, их бодрый настрой и, что очень важно – желание посетить бассейн или аквапарк снова.

#### Список цитированных источников

1. Апельцина, Е. И. Технические записки по проблемам воды : в 2 т. / Е. И. Апельцина, А. А. Веницкая, Л. И. Гюнтер, Т. А. Карюхина, В. А. Ксенофонтова, И. Н. Чурбанова. – М. : Строиздат, 1983. – Т. 2. – 1063 с.
2. Кедров, В. С. Плавательные бассейны / В. С. Кедров, Ю. В. Кедров, В. А. Чухин. – М. : Строиздат, 2002. – 183 с.
3. Немецкий стандарт // Химическая подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов DIN 19643-1:1997-04 [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа : [https://www.azuropool.ru/netcat\\_files/File/gost%20i%20snip/din/DIN%2019643-1.pdf](https://www.azuropool.ru/netcat_files/File/gost%20i%20snip/din/DIN%2019643-1.pdf). – Дата доступа : 5.07.2022.

УДК 582.998.2:521.9(476)

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАПАСОВ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.) В ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ

*Е. Г. Бусько, Е. В. Акшевская*

УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, [eu.busko@gmail.com](mailto:eu.busko@gmail.com)

#### Аннотация

Выполнена эколого-фитоценотическая оценка биологических запасов тысячелистника обыкновенного. Определены значимые для выбора территории заготовки лекарственного сырья показатели – биологический запас, эксплуатационный (промысловый) запас. Проведена сравнительная оценка эксплуатационного запаса и рекомендуемого объема заготовки сырья. Установлены наиболее богатые запасами сырья тысячелистника обыкновенного административные районы: Витебский и Миорский.

**Ключевые слова:** лекарственные растения, тысячелистник обыкновенный, биологические запасы, эксплуатационные запасы.

### THE CURRENT STATE OF BIOLOGICAL STOCKS OF YARROW (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.) IN THE VITEBSK REGION OF BELARUS

*Eu. G. Buško, E. V. Akshevskaya*

#### Abstract

An ecological and phytocenotic assessment of the biological reserves of the common yarrow has been carried out. Significant indicators for the selection of the