



Рис. 2. Диаграмма распределения ключевых районов Брестской области по рангам экологического состояния (вклад в обобщенный критерий  $H_i$  показателей оценки: 1 –  $I_{нпн}$ ; 2 –  $I_{хс}$ ; 3 –  $K^{np}_{разд}$ ; 4 –  $K^{загр}_{разд}$ ; 5 –  $m_{эс}$ ).

Пружанский район причислен к благоприятному экологическому состоянию в связи с высокой емкостью природных элементов и сравнительно низкой техногенной нагрузкой. Этот территориальный объект имеет достаточный резерв природного потенциала и может рассматриваться как перспективный для развития хозяйственной деятельности.

Таким образом, предложенная система комплексной оценки экологического состояния территорий локального уровня позволяет выполнять объективные количественные оценки, что может быть использовано в практической работе при планировании развития территориальных объектов и управлении состоянием окружающей среды

УДК 628.166

Гуринович А.Д., Белая А.В.

## ВОПРОСЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой в необходимом количестве является одной из важнейших проблем человечества, которая чрезвычайно обострилась в последнее время в связи с нарастающим загрязнением водных источников из-за недостаточного контроля сброса в них сточных вод. В то время как многие страны испытывают острый дефицит воды, Республика Беларусь в состоянии обеспечить население питьевой водой в требуемом объеме, однако качество ее не всегда соответствует действующим отечественным и международным стандартам, что ставит под угрозу здоровье населения. Около половины населения Республики сегодня потребляет для питьевых нужд воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим требованиям по целому ряду показателей (железо, мутность, цветность, аммиак, нитраты,

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Исаченко А. Г. Экологический потенциал ландшафта. // Известия ВГО. Т.123, Вып. 4. 1991. С. 305—316.
- Основы эколого-географической экспертизы: Сб. ст. / МГУ: Под ред. К. Н. Дьяконова, Т. В. Звонковой. – М., 1992. – 240 с.
- Заиканов В. Г., Минакова Г.Б., Смирнова Е.Б. Количественная оценка геоэкологического потенциала природных и природно-техногенных систем разного уровня // Геоэкология. 1996. – № 3. – С. 134–138.
- Лис Л. С. Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов (локальный уровень). – Минск: Принт групп, 2004. – 109 с.
- Яцык А. В. Экологические основы рационального природопользования. – Киев: Генеза, 1997. – 640 с.

микробиологические загрязнения др.), что ухудшает состояние здоровья и уменьшает продолжительность жизни людей.

При оценке степени риска здоровью в зависимости от природы нежелательных примесей в воде, наиболее важную роль играют микробиологические загрязнения. Так, исследования доктора Роберта Тардиффа (США) показали, что опасность заболеваний от микробиологических загрязнений воды во много тысяч раз выше (до 100 000 раз), чем при загрязнении воды химическими соединениями различной природы.

Известно большое количество патогенных микроорганизмов (вирусов, бактерий простейших), которые загрязняют подземные воды. Данные о некоторых из них, а также сведения о заболеваниях, которые вызывают эти микроорганизмы, диагностические признаки приведены в таблице 1.

Белая Алла Викторовна, аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.  
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1

Микроорганизмы	Заболевание, вызванное микроорганизмом, и его признаки
<b>Вирусы</b>	
Coxsackie	Лихорадка, фарингит, сыпь, респираторные заболевания, диарея, геморрагический конъюнктивит, миокардит, перикардит, инфекционный менингит, энцефалит, заболевания конечностей и полости рта
Echo	Респираторные заболевания, инфекционный менингит, сыпь, лихорадка
Norwalk	Гастроэнтерит, лихорадка, рвота, диарея
Hepatitis A	Лихорадка, тошнота, желтуха, боли в печени
Hepatitis E	Лихорадка, тошнота, желтуха, смерть
Rota	Гастроэнтерит, лихорадка, рвота, диарея
Enterik Adino	Респираторные заболевания, геморрагический конъюнктивит, гастроэнтерит
Calici	Гастроэнтерит, диарея
Astro	Гастроэнтерит, диарея
<b>Бактерии</b>	
Escherika Coli	Гастроэнтерит, диарея
Salmonella spp	Энтероколит( лихорадка, рвота, диарея ), энлокардит, менингит, перикардит, артрит, пневмония
Shiqella spp	Энтероколит( лихорадка, рвота, диарея ), энлокардит, менингит, перикардит, реактивный артрит
Campylobacter	Гастроэнтерит( диарея, лихорадка, рвота ), синдром Гилайне-Барра
Yersinia spp	Диарея, рвота, смерть
Legionella spp	Болезнь легионеров, лихорадка Понтиака, смерть
Vibrio Cholera	Диарея, рвота, смерть
<b>Простейшие</b>	
Cryptosporidium Parvum	Диарея
Giardia Lamblia	Хроническая диарея

При действии некоторых из них велика вероятность летального исхода. Большинство этих микроорганизмов имеют фекальное происхождение, некоторые передаются через питьевую воду. Наиболее уязвимы по отношению к заболеваниям, вызываемым патогенными микроорганизмами, дети, беременные женщины и люди старше 70 лет. Смертность в этих группах населения составляет 3-5% общего числа госпитализируемых [1].

Появление микроорганизмов в системе водоснабжения может быть обусловлено различными путями поступления. Одним из них является сам источник водоснабжения. Например, железобактерии обнаружены практически во всех исследуемых водозаборных скважинах [3]. Из источников водоснабжения выделены также сульфатредуцирующие микроорганизмы и ряд других. Кроме того, на стадии водоподготовки возможно проникновение микроорганизмов в систему водоснабжения из воздуха: через открытую поверхность фильтров станций обезжелезивания и в результате отсутствия необходимой герметичности резервуаров чистой воды. В условиях применения периодического обеззараживания важно производить его при полностью заполненных резервуарах чистой воды. Это предотвратит вынос в водопроводную сеть микроорганизмов, адсорбированных на стенках резервуара выше уровня воды при проведении обеззараживания и, соответственно, не подвергшихся воздействию дезинфектанта. Также вследствие наличия неплотностей в стыковых и фланцевых соединениях трубопроводов, неравномерностей работы водопроводной сети, несоблюдения технологических регламентов проведения ремонтных работ возможно проникновение микроорганизмов из почвы.

В связи с этим наряду с обеззараживанием воды возникает необходимость в проведении дезинфекции водопроводных сооружений. Для решения данной проблемы как в нашей стране, так и за рубежом наиболее распространенным и доступным методом является хлорирование различными хлорсодержащими агентами. Хлорирование характеризуется широким спектром антимикробного действия, экономичностью, простотой технологического оформления, наличием способа оперативного контроля за процессом обеззараживания. Одна-

ко данный метод обеззараживания воды и дезинфекции водопроводного оборудования имеет ряд недостатков. При контакте с человеком активный хлор может оказать токсическое, местное раздражающее и аллергенное действие. Но основной недостаток хлорирования заключается в том, что в результате взаимодействия с активным хлором многие вещества, находящиеся в воде, образуют продукты более опасные, чем исходные соединения, такие как галогенсодержащие соединения, большую часть которых составляют тригалометаны: хлороформ, дихлорбромметан, дибромхлорметан и бромформ. Образование тригалометанов обусловлено взаимодействием соединений активного хлора с органическими веществами природного происхождения. Процесс образования тригалометанов растянут во времени до нескольких десятков часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем больше рН воды.

Наряду с хлором и хлорсодержащими компонентами в общем случае используются другие физические и химические методы дезинфекции, например солнечный свет и другие формы лучистой энергии (ультрафиолетовое и рентгеновское облучение), промывка кислотами и щелочами, фенолом, формалином и другими препаратами, но все они либо непригодны для систем водоснабжения, либо дороги. Замена жидкого хлора гипохлоритом натрия (привозной концентрированный или полученный на месте путем электролиза поваренной соли) решит только проблему безопасности при транспортировке, хранении и применении хлора, но не устранил вирусы и споровые бактерии. Поэтому требуются иные методы дезинфекции и новые нетрадиционные дезинфектанты [1].

Для этого предлагается использовать дезинфицирующие средства на основе перекиси водорода. По данным Центрального НИИ дезинфекции, перекись водорода бактерицидна в отношении возбудителей кишечных заболеваний, передающихся через воду, таких как дизентерия, брюшной тиф, паратиф, холера и др. По бактерицидным свойствам перекись водорода приближается к сулеме и превосходит карболовую кислоту, при этом она действует на широкий спектр микроорганизмов [2].

По химическим свойствам перекись водорода занимает промежуточное положение между кислородом и водой и поэтому обладает окислительно-восстановительной амфотерностью как в кислой, так и в щелочной средах. Выступая как окислитель, перекись водорода разлагается по следующим схемам:

- в кислой среде  $2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + 2e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- в щелочной среде  $2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 2e$

Окислительная функция перекиси водорода выражена более отчетливо в кислой среде, восстановительная – в щелочной.

Обеззараживание воды чистой перекисью водорода достигается при концентрации 3 – 10 мг/л, удаление вирусов – при 6 – 10 мг/л, спор – при 100 мг/л [4]. В качестве катализаторов, ускоряющих обеззараживание и способствующих удалению избытка реагента после окончания процесса, рекомендуют гидроокись меди и соли серебра. В присутствии солей меди (0,1-0,2 мг/л) обеззараживание перекисью водорода (доза 3 мг/л) наступает через 5-10 мин. Более эффективным катализатором являются соли серебра, характеризующиеся бактерицидным действием. Одновременное применение перекиси водорода и солей серебра позволяет повысить эффект обеззараживания при более низких концентрациях реагентов: перекиси водорода – до 3 мг/л, серебра – до 0,05 мг/л.

Кроме того, предлагается использовать водные растворы перекиси водорода, активированные простыми органическими кислотами. Активация перекиси водорода обусловлена тем, что при ее смешивании с органическими кислотами в реакционной смеси образуются надкислоты, которые проявляют более высокую биоцидную активность, чем исходные молекулы перекиси водорода. Такие особенности взаимодействия перекиси водорода с органическими кислотами позволили разработать дезинфицирующие композиции с широким спектром бактерицидного действия. Среди них наибольшее распространение получили препараты, представляющие собой смесь в определенных соотношениях водных растворов перекиси водорода с органическими кислотами.

УДК 628.15+628.12

**Козицин Т.В.**

## РАСЧЕТ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ГОДОВЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВАНИИ ПРОЕКТНЫХ ДАННЫХ О СИСТЕМЕ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

Проектирование системы подачи и распределения воды начинается с расчета водопроводной сети [1-6]. Далее, на основании полученных параметров сети, производится подбор насосного оборудования и расчет водонапорной башни. Следовательно, при расчете диаметров участков распределительной сети нам неизвестно следующее:

- характеристики насосного оборудования;
- режим работы насосной станции (момент включения и выключения насосов, метод регулирования подачи);
- высота расположения бака водонапорной башни.

Всё выше перечисленное влияет на объемы потребляемой энергии. Поэтому, приступая к расчету водопроводной сети, мы не можем точно знать величину будущих эксплуатационных затрат, что в свою очередь затрудняет поиск оптимального решения.

Для приближенного расчета предполагаемых годовых затрат энергии в течение года в практике проектирования водопроводных сетей используют следующий подход. Всегда с достаточно высокой степенью вероятности можно определить

Так например, дезинфицирующее средство КРШ разработанное НВП ООО “Полихим” Беларусь (ТУ РБ 100205847.020-2002), представляющее собой жидкую смесь органических и неорганических кислот, перекиси водорода со стабилизатором, ПАВ и ингибитора коррозии. Данный дезинфектант обладает высокой антимикробной активностью в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, вирусов, грибов. Повышение температуры усиливает действие средства, растворы сохраняют активность при pH от 1 до 3.

Существующие технологии и оборудование для дезинфекции водопроводных сооружений, спроектированных в прошлом, не в полной мере соответствуют требованиям действующих нормативных документов как по обеспечению безопасности производственных процессов применения и транспортировки жидкого хлора, так по качеству обеззараживания в отношении вирусных загрязнений. Выявленные зависимости указывают, с одной стороны, на недостаточную эффективность применяемых методов обеззараживания, а с другой, - на необходимость учитывать процессы, происходящие в водораспределительной сети, где в связи со снижением концентрации остаточного хлора и активными коррозионными процессами возможен вторичный рост сульфитредуцирующих клостридий.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Macler В.А., Mercle J.C. Current Knowledge on groundwater microbial pathogens and their control // Hydrogeology Journal. 2000. №8.
2. Батарова Н.А. Бактерицидное действие перекиси водорода при обеззараживании воды. - В кн.: Тез. докл. годич. конф. аспирантов и ординаторов. Ленинград, 25-26 мая 1964 г. - Л., 1964, с.10-11.
3. Мечка М.Н. Биологические помехи в работе систем питьевого водоснабжения // Водные проблемы. - 2004. - №1 - с.33-36.
4. Кульский Л.А. Интенсификация процессов обеззараживания воды. - Киев: Навукова думка, 1978, 96с.

затраты энергии при подаче максимального расчетного расхода воды. В течение года, как правило, наблюдаются расходы меньше максимального, поэтому годовые затраты энергии рассчитываются исходя из затрат при расчетном режиме работы с некоторым понижающим коэффициентом, который называют коэффициентом неравномерности потребления энергии:

$$\sum N_i = \gamma \cdot N_{расч} \cdot T, \quad (1)$$

где  $\sum N_i$  – годовые затраты энергии, кВт/год;  $\gamma$  – коэффициент неравномерности потребления энергии;  $N_{расч}$  – затраты энергии при расчетном режиме работы, кВт/ч;  $T$  – количество часов в году, ч.

Существует ряд рекомендаций по определению ориентировочных значений коэффициента  $\gamma$  в зависимости от типа водопроводной сети и расположения регулирующих емкостей [3, 6, 7]. Однако эти данные носят среднестатистический ха-

**Козицин Т.В.**, инженер Полоцкого государственного университета. Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.