

# Качественные показатели питьевой воды систем водоснабжения

*Питьевая вода – это вода, пригодная к употреблению человеком и отвечающая критериям качества, то есть, - вода безопасная и приятная на вкус. В масштабах мирового сообщества критерии качества были утверждены Европейским сообществом и приняты каждой из стран. В России действует ГОСТ «Вода питьевая».*

Качество воды, поступающей потребителю из систем водоснабжения, зависит от состава исходной воды и определяется технологическими требованиями, исходящими от соответствующих контролирующих организаций. Санитарные Правила и Нормы 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.1996 г. и введены в действие с 1 июля 1997 года.

СанПиН устанавливают гигиенические требования к питьевой воде, нормирует содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах, а также поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, определяет органолептические и некоторые физико-химические параметры питьевой воды. По большинству параметров российский СанПиН удовлетворяет рекомендациям ВОЗ и не уступает зарубежным стандартам. Качество воды характеризуют следующие параметры: общие физико-химические показатели качества воды, органолептические показатели, бактериологические и паразитологические показатели, радиологические показатели, показатели неорганических и органических примесей, а также ряд других параметров, часто употребляемых в водоподготовке. Многие из этих величин не нормируются и, тем не менее, важны для оценки физико-химических свойств воды. Как правило, эти дополнительные параметры не только непосредственно определяют качество воды, но, главным образом, содержат информацию, без которой невозможно подобрать оптимальную схему очистки воды.

## Физико-химические показатели качества воды

### Водородный показатель

Водородный показатель характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т.д. Контроль за уровнем рН особенно важен на всех стадиях водоочистки, так как его отклонения в ту или иную сторону могут не только существенно сказаться на запахе, привкусе и внешнем виде воды, но и повлиять на эффективность водоочистных мероприятий. Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9 (СанПиН).

### Общая минерализация

Общая минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ. Этот параметр также называют содержанием растворимых твердых веществ или общим солесодержанием, так как растворенные в воде вещества находятся в виде солей. СанПиН рекомендует верхний предел минерализации в 1000 мг/л. Вода же с низким солесодержанием слишком пресная и безвкусная. К величине минерализации с точки зрения отложения осадков и накипи в нагревательных приборах, паровых котлах,

бытовых водогрейных устройствах применяются специальные требования, и чем меньше уровень минерализации (особенно содержание солей жесткости), тем лучше.

## **Жесткость**

Жесткостью называют свойство воды, обусловленное наличием в ней растворимых солей кальция и магния. Различают следующие виды жесткости:

- Общая жесткость - определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния, представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости.
- Карбонатная жесткость - обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов и карбонатов (при  $pH > 8.3$ ) кальция и магния. Данный тип жесткости почти полностью устраняется при кипячении воды и поэтому называется временной жесткостью.
- Некарбонатная жесткость - обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется (постоянная жесткость).

В мировой практике используется несколько единиц измерения жесткости, все они определенным образом соотносятся друг с другом. В России Госстандартом в качестве единицы жесткости воды установлен моль на кубический метр (моль/м<sup>3</sup>). СанПиН рекомендует норму общей жесткости воды - 7,0 мг-экв/л.

## **Окисляемость перманганатная**

Окисляемость - это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей. Выражается этот параметр в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление этих веществ, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды. В соответствии с требованиями СанПиН перманганатная окисляемость не должна превосходить 5,0 мгО<sub>2</sub>/л.

## **Органолептические показатели**

К числу органолептических показателей относятся те параметры качества воды, которые определяют ее потребительские свойства, т.е. те свойства, которые непосредственно влияют на органы чувств человека (обоняние, осязание, зрение). Наиболее значимые из этих параметров - вкус и запах - не поддаются формальному измерению, поэтому их определение производится экспертным путем. Кроме вкуса и запаха, выделяют такие показатели как привкус, цветность, мутность и прозрачность.

### **Запах и привкус**

Химически чистая вода совершенно лишена привкуса и запаха. С научной точки зрения, запах и привкус - это свойство веществ вызывать у человека и животных специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки носоглотки и языка. Привкус может быть щелочной, металлический, вяжущий и т.п.. Интенсивность запаха воды определяют экспертным путем при 20оС и 60оС и измеряют в баллах. СанПиН нормирует допустимую интенсивность привкуса – 2 балла, запаха – 2 балла.

### **Вкус**

Вкус воды определяется растворенными в ней веществами органического и неорганического происхождения и различается по характеру и интенсивности. Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами – см. выше. Интенсивность вкуса определяют при 20°C и оценивают по пятибалльной системе. СанПиН нормирует допустимую интенсивность вкуса – 2 балла.

### **Цветность**

Цветностью называют показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды. Определяется цветность путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами и выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Высокая цветность свидетельствует о неблагополучии воды. СанПиН нормирует допустимый показатель цветности - 20 градус Pt-Co шкалы.

### **Мутность**

Мутность воды вызвана присутствием тонкодисперсных взвесей органического и неорганического происхождения. Главным отрицательным следствием высокой мутности является то, что она защищает микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании и стимулирует рост бактерий. ВОЗ по показаниям влияния на здоровье мутность не нормирует, однако с точки зрения внешнего вида рекомендует, чтобы мутность была не выше 5 NTU (нефелометрическая единица мутности), а для целей обеззараживания - не более 1 NTU. СанПиН нормирует допустимый показатель мутности - 2,6 ЕМФ (по формазину) и 1,5 мг/л (по каолину).

### **Прозрачность**

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, то есть содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную.

Определение прозрачности воды - обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Специальные нормы для контроля данного параметра СанПиНом не вводятся.

## **Бактериологические и паразитологические показатели**

Для выделения и идентификации отдельных патогенных (болезнетворных) микроорганизмов в воде используется отдельная методика идентификации, требующая больших затрат времени. Так как разнообразие бактерий, вирусов и простейших, которые могут быть обнаружены в воде, очень велико, специфические тесты на отдельные патогенные организмы не применимы для рутинного анализа микробиологического качества воды. С практической точки зрения гораздо важнее часто и быстро производить один общий тест путем поиска неких индикаторных организмов, наблюдение за которыми позволяет контролировать микробиологическое загрязнение воды.

### **Общее микробное число**

В качестве критерия бактериологической загрязненности используют подсчет общего числа образующих колонии бактерий (Colony Forming Units - CFU) в 1 мл воды. Полученное значение называют общим микробным числом. Высокое микробное число свидетельствует об общей

бактериологической загрязненности воды и о высокой вероятности наличия патогенных организмов. СанПиН нормирует этот показатель в 50 CFU.

### **Колиформные организмы (общие колиформы)**

Колиформные организмы являются удобными микробными индикаторами качества питьевой воды. Согласно рекомендациям СанПиН, колиформные бактерии не должны обнаруживаться в системах водоснабжения с подготовленной водой. Допускается случайное попадание колиформных организмов в распределительной системе, но не более чем в 5% проб, отобранных в течение любого 12-месячного периода. Присутствие же колиформных организмов в воде свидетельствует о ее недостаточной очистке, вторичном загрязнении или о наличии в воде избыточного количества питательных веществ.

### **Термотолерантные колиформные бактерии**

Бактерии этого типа представляют собой группу колиформных организмов, способных ферментировать лактозу при 44 - 45 оС. Термотолерантные колиформные бактерии поддаются быстрому обнаружению и поэтому играют важную вторичную роль при оценке эффективности очистки воды от фекальных бактерий. Более точным индикатором служит E.Coli (кишечная палочка), так как источником некоторых других термотолерантных колиформ могут служить не только фекальные воды. СанПиН рекомендует контрольным лабораториям производить точное определение E.Coli в случаях обнаружения большого количества термотолерантных бактерий (при отсутствии санитарных аварий), либо, наоборот, в условиях, когда возможности комплексных микробиологических исследований ограничены.

### **Фекальные стрептококки**

Термин «фекальные стрептококки» относится к тем стрептококкам, которые обычно присутствуют в экскрементах человека и животных. Фекальные стрептококки редко размножаются в загрязненной воде и поэтому могут использоваться при исследовании качества воды как дополнительный индикатор эффективности очистки воды. Кроме того, стрептококки имеют высокую устойчивость к высушиванию и могут быть полезны для рутинного контроля после прокладки новых водопроводных магистралей или ремонта распределительной сети, а также для обнаружения загрязнения поверхностными стоками подземных или поверхностных вод.

### **Колифаги**

Колифаги - это разновидность бактериофагов (вирусов бактерий, заражающих бактериальную клетку, размножающихся в ней и часто вызывающих ее гибель), живущих в колиформных бактериях. Бактериофаги предложены как индикаторы качества воды из-за своего сходства с кишечными вирусами (энтеровирусами) человека и легкости обнаружения в воде.

### **Сульфитредуцирующие клостридии**

Споры клостридий способны существовать в воде значительно дольше, чем колиформные организмы, и они более устойчивы к обеззараживанию. Их присутствие в прошедшей дезинфекцию воде может указывать на ее недостаточную очистку и, следовательно, на то, что устойчивые к обеззараживанию патогенные микроорганизмы могли не погибнуть.

### **Лямблии**

Лямблия - это простейший одноклеточный микроорганизм, существующий в двух отдельных морфологических формах: цисты (статическая форма) и трофозоиты (свободно живущая форма). Они устойчивы к кислотам, щелочам, веществам, содержащим активный хлор, и полностью инактивируются лишь при кипячении в течение не менее 20 минут. Именно в силу вышеназванных причин нормами российского СанПиН и американского Агентства по Охране Окружающей Среды (USEPA) предусматривается полное отсутствие этих микроорганизмов в питьевой воде. Отсутствие в воде цист лямблий является важным показателем того, что вода очищена от целого ряда других простейших, таких как покоящиеся стадии (ооцисты) *Cryptosporidium*, амёб, а также энтеровирусов.

## **Радиологические показатели качества воды**

Воздействие ионизирующей радиации на человека обусловлено как естественными, так и искусственными источниками излучения. Доза облучения, получаемая человеком (здесь и далее под дозой подразумевается эффективная приведенная доза), складывается из двух составляющих - так называемого внешнего облучения (за счет источников ионизирующего излучения, находящихся вне тела человека) и внутреннего облучения (за счет радионуклидов, иначе говоря - радиоактивных изотопов, находящихся в организме человека). По данным ВОЗ среднемировая доза облучения, получаемая человеком за счет всех естественных источников (как внешних, так и внутренних), составляет 2.4 мЗв/год. Основное поступление радиоактивных элементов в организм человека происходит за счет дыхания (газ радон обуславливает до 75% всего внутреннего облучения) и пищи. За счет питьевой воды – немного, так как естественные радиоактивными изотопы (продукты распада урана и тория) встречаются в ней в очень незначительных количествах. СанПиН установил ряд показателей радиологического качества воды.

### **Общая а (Alfa) - радиоактивность**

Альфа-излучение гораздо опаснее, когда источник альфа-частиц находится внутри организма. По СанПиН рекомендована величина 0.1 Бк/л в качестве предельного значения общей альфа-активности для целей рутинного контроля радиологической безопасности воды.

### **Общая б (Beta) - радиоактивность**

Бета-излучение может привести к ожогам кожи и очень опасно, когда источник бета-частиц попадает внутрь организма человека. СанПиН обозначают величину 1.0 Бк/л в качестве предельного значения общей бета-активности для целей рутинного контроля радиологической безопасности воды.

## **Предельно допустимые концентрации содержания основных неорганических веществ в питьевой воде:**

- Алюминий (Al) – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>
- Барий (Ba) - 0.1 мг/л
- Бериллий (Be) - 1 мкг/л
- Бор (B) - 0,5 мг/дм<sup>3</sup>
- Ванадий (V) - 0.1 мг/л
- Висмут (Bi) - 0.1 мг/л или 100 мкг/л
- Вольфрам (W) - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>
- Европий (Eu) - 0.3 мг/л
- Железо (Fe) - 0.3 мг/л (а по нормам ЕС даже 0.2 мг/л)
- Кадмий (Cd) – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>

- Серебро (Ag) – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>

### **Органические примеси**

Перечень органических примесей в воде, приведенный в СанПиН 2.1.4.559-96, содержит сотни веществ. Приведем показатели, характеризующие предельные концентрации основных природных и искусственных органических веществ, влияющих на качество воды (мкг/дм<sup>3</sup>).

### **Хлорированные алканы**

- Четыреххлористый углерод – 6
- Дихлорметан – 7,5
- 1,1,1-трихлорэтан - 10000
- Хлорированные этилены
- Винилхлорид – 50
- Ароматические углеводороды
- Бензол – 10
- Тoluол - 500
- Полициклические ароматические углеводороды
- Бенз(а)пирен – 0,5
- Хлорированные бензолы
- Монохлорбензол - 20
- 1,2-дихлорбензол - 2
- Трихлорбензол 30
- Элементоорганические соединения
- Диалкилолово (соединения) - 5
- Тетраэтилолово – 0,2
- Трибутилметакрилатолово – 0,2
- Отдельные пестициды
- 1,2-дихлорпропан - 400
- 1,3-дихлорпропен - 400
- Гептахлор и гептахлорэпоксид - 50
- Хлорфеноксигербициды (помимо 2,4-Д и МСРА)
- 2,4-ДВ 90 - 500

Проблема чистоты воды - это государственная проблема. О чем свидетельствует информация фактически более чем полуторагодовой давности, приведенная ниже, но не потерявшая своей актуальности и сегодня - о состоявшемся заседании Межведомственной Комиссии Совета Безопасности РФ по экологической безопасности. Но на сегодняшний день ситуация с очисткой воды практически не изменилась. Таким образом, можно констатировать тот факт, что у разработчиков и производителей оборудования для очистки воды на всех уровнях только прибавится работы при наличии финансирования и действительно государственного подхода к воде.

### **О загрязнении подземных источников**

Еще в июле 2001 года состоялось заседание Межведомственной Комиссии Совета Безопасности РФ по экологической безопасности под председательством вице-президента Российской академии наук Николая Лаверова, на котором был рассмотрен вопрос «О проблемах техногенного загрязнения открытых и подземных источников питьевого водоснабжения и меры по обеспечению населения России питьевой водой». Комиссия заслушала и обсудила доклад Н.Н. Михеева - Первого заместителя Министра природных ресурсов Российской Федерации,

руководителя Государственной водной службы, в котором отмечено всё ухудшающееся состояние водных ресурсов страны за счёт чрезмерного техногенного давления на целые экосистемы. Достаточно сказать, что лишь 11% сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты в 2000 г., прошли нормативную очистку. Воды таких рек страны, как Волга, Дон, Кубань, Обь, Лена, Печора, являющихся основными источниками питьевого водоснабжения, постоянно загрязняются, а их притоки - Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс и др. оцениваются как «очень загрязнённые». Чрезмерное антропогенное влияние сказывается на качестве воды Волжских водохранилищ. Согласно приведённым данным, 1/3 населения страны вынуждено пить воду, которая не соответствует нормативам, что создаёт серьёзную опасность для здоровья потребителей. Основную лепту в загрязнение водных объектов вносят городские и поселковые системы канализации, промышленные предприятия, животноводческие комплексы, фермы и птицефабрики.

В последние годы существенно ухудшилось техническое состояние гидроузлов и береговой зоны водохранилищ, большинство из обследованных гидротехнических сооружений нуждаются в текущем ремонте, а свыше 3 тыс. из них находятся в аварийном или предаварийном состоянии.

Пятая часть всех источников централизованного питьевого водоснабжения страны не отвечает санитарным нормам и правилам, в том числе 17,4% - из-за отсутствия зон санитарной охраны.

К такому катастрофическому состоянию водного сектора страны привело несовершенство законодательства (противоречие друг другу государственных стандартов) и экономического механизма в сфере водопользования, недостаточное финансирование водохозяйственной деятельности.

Межведомственная Комиссия рекомендовала Правительству РФ, заинтересованным федеральным органам исполнительной власти и органам власти субъектов РФ скорейшее принятие Федерального закона «О питьевой воде и питьевом водоснабжении», утверждение федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой» и разработку схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов РФ на период до 2010 г. Эти и другие меры во многом бы помогли в решении существующих проблем.

Плачевное состояние водной отрасли неприемлемо для страны, которая обладает 20% мировых запасов пресной воды и не умеет ими распоряжаться.

(По сообщению НИА-Природа).

С.О.К. N 12 | 2002г.  
Рубрика: САНТЕХНИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ  
Надежда Матвеева