МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГИГИЕНИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ ЗА ИЗДЕЛИЯМИ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРАКТИКЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

МОСКВА — 1975

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГИГИЕНИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ ЗА ИЗДЕЛИЯМИ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРАКТИКЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

МОСКВА — 1975 г.

«Методические указания» подготовлены Всесоюзным научно-исследовательским институтом гигиены и токсикологии пестицидов, полимерных и пластических масс с участием Института общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР, кафедры коммунальной гигиены I Московского медицинского института им. И. М. Сеченова, Московского научно-исследовательского института гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Марзеева, Бассейновой санэпидемстанции Черноморско-Азовского Водздравотдела.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Главного государственного санитарного врача СССР

А. И. ЗАИЧЕНКО

21 ноября 1974 г. № 1200—74

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по гигиеническому контролю за изделиями из синтетических материалов, предлагаемых для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Настоящие «Методические указания» обязательны для санитарных врачей санитарно-эпидемиологических станций, а также для исследователей, работающих в гигиенических институтах и лабораториях, и изучающих синтетические материалы и изделия из них, предлагаемые для использования в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Исследования, предусмотренные настоящими «Методическими указаниями» проводятся в целях вооружения органов санитарно-эпидемиологической службы объективными научными данными для решения вопроса о допустимости внедрения того или иного материала в водопроводное строительство и установления регламента его применения.

Выступая в роли эксперта, исследователь несет ответственность за качество и срок исследований, за научную достоверность полученных данных и за обоснованность окончательных заключений и рекомендаций.

I. ВВЕДЕНИЕ.

Применение пластмасс в водоснабжении представляет собой гигиеническую проблему в связи с тем, что вымывание различных компонентов пластмасс в воду из водопроводных труб и других санитарно-технических изделий так или иначе ухудшает качество питьевой воды.

С каждым годом все большее количество разнообразных пластмасс применяется для целей водопроводного строительства. В последнее время широкое внедрение получают различные синтетические покрытия для внутренней защиты от коррозии емкостей, предназначенных для хранения пресной воды.

Совершенно очевидно, что огромный ассортимент пластмасс, предназначенных для применения в водоснабжении, должен быть подвергнут тщательному отбору и гигиеническому изучению для предупреждения возможности вредного влияния полимеров на качество воды.

В целях усиления предупредительного санитарного надзора за внедрением синтетических полимерных материалов, а также для улучшения организации, планирования и координации научных исследований в этой области, Министерство здравоохранения СССР издало приказ № 210 от 14.III. 1974 г. «О создании Междуведомственного Комитета по изучению и гигиенической регламентации полимерных материалов и изделий из них, изготовляемых для применения в строительстве, пищевой промышленности, водоснабжении, для одежды, обуви и предметов быта» В приказе указано, что в соответствии с Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении, применение новых синтетических материалов, предназначенных для внедрения в народное хозяйство и быт населения, а также введение новых технологических процессов производства этих материалов подлежит согласованию с Министерством здравоохранения СССР.

Настоящие «Методические указания» составлены с учетом опыта, накопленного отечественными и зарубежными исследователями. Предлагаемая методическая схема включает органолептические, санитарно-химические, санитарно-микробиологические и санитарно-токсикологические методы исследования. Гигиеническое изучение синтетических материалов может быть ограничено органолептическими, санитарно-химическими и санитарно-бактериологическими исследованиями, если известна токсикологическая характеристика всех веществ, которые могут поступить в воду из этих материалов. Во всех остальных случаях следует производить санитарно-токсикологические исследования. Такого рода исследования могут производиться в учреждениях, имеющих токсикологические лаборатории.

Пластмассы, используемые в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения, отличаются большим разнообразием как с точки зрения технологии их изготовления, так и с точки зрения рецептуры, исходного сырья и вносимых добавок.

Токсичность (или, наоборот, безвредность) входящих в состав пластмассы ингредиентов существенным образом влияет на решение вопроса о допустимости применения данного материала в водопроводном строительстве.

В процессе эксплуатации синтетические изделия могут претерпевать некоторые качественные изменения. Они начинают выделять в окружающую среду (например, в воду) сложный комплекс химических соединений. Среди них остатки незаполимеризовавшихся мономеров, олигомеры с различной длиной цепи, многочисленные продукты, участвующие в процессе полимеризации и придающие те или иные свойства (активаторы, инициаторы, стабилизаторы, наполнители, красители и др.). Важное значение имеет проблема старения и деструкции полимеров с точки зрения выделения в окружающую среду химических продуктов под воздействием различных факторов внешней среды (температуры, влажности, радиации, и т. д.).

Основное требование, которое предъявляется органами санэпидслужбы к материалам, используемым в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения, заключается в том, что они должны обеспечивать сохранение качества воды в соответствии с требованиями ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». Материал для изоляции внутренней поверхности труб и емкостей не должен содержать вещества, могущие через воду оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека и придавать воде посторонние вкусовые качества и запахи.

Образцы материалов, получившие положительную санитарно-гигиеническую оценку, рекомендуется подвергнуть дальнейшему исследованию в условиях опытной эксплуатации. Срок и порядок опытной эксплуатации устанавливается Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР совместно с заинтересованными Министерствами и ведомствами.

Данные гигиенических исследований, проведенных научно-исследовательскими институтами и лабораториями, представляются в Министерство здравоохранения СССР.

Разрешение на право использования синтетических материалов в водопроводном строительстве дается Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР.

2. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.

Для положительной гигиенической оценки новых образцов синтетических материалов необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

а) отсутствие перехода в воду из этих материалов веществ, ухудшающих органолептические и физико-химические показатели качества воды (соответствие требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая»).

б) если выделение мономеров и добавок из синтетических материалов невозможно предотвратить, то оно должно быть настолько малым, чтобы не оказать отрицательного влияния на организм при водопользовании в течение всей жизни; при этом должна быть исключена возможность кумуляции этих веществ.

в) синтетические материалы не должны выделять в воду вещества, оказывающие раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки.

г) Материал, из которого изготовлены изделия, не должен оказывать стимулирующего действия на развитие микрофлоры в питьевой воде.

д) при взаимодействии хлора с синтетическими материалами (в результате хлорирования воды) не должен появляться хлорфенольный или несвойственный воде запах; при этом должна быть обеспечена возможность эффективного обеззараживания изделий из этих материалов суперхлорированной водой.

В случае использования для обеззараживания воды кроме хлоросодержащих препаратов других реагентов должна быть определена возможность их взаимодействия с синтетическими материалами. Дозы в этом случае должны быть максимальными.

3. ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ И ПРАВИЛА ПРИЕМА ОБРАЗЦОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Образцы синтетических материалов и изделия из них могут быть приняты институтом или лабораторией системы Министерства здравоохранения для гигиенического исследования по поручению санитарно-эпидемиологических управлений Министерства здравоохранения СССР и союзных республик. Для гигиенической оценки могут направляться материалы или их композиции, прошедшие техническую оценку и имеющие заключение о возможности их использования по техническим показателям в водопроводной практике. При лабораторных исследованиях труб используются отрезки длиной 1—3 метра, диаметром 2,5—10 сантиметров.

При исследовании синтетических покрытий (пленки, краски, лаки и пр.), последние должны быть нанесены на внутренние поверхности экспериментальных металлических емкостей в соответствии с промышленной технологией. Емкости из синтетических материалов, которые предполагается эксплуатировать самостоятельно, подвергаются исследованию в натуральном виде.

Одновременно с образцами в лабораторию должны быть представлены:

1. Наименование материала, из которого изготовлено изделие (торговое, химическое, марка).
2. Сфера применения изделия (конкретное назначение) и условия его эксплуатации (время контакта с водой, температурные режимы, удельная поверхность).
3. Кем выпускается материал и изделие.
4. На основании каких ГОСТ'ов, ТУ, МРТУ и т. д. выпускается данный материал и изделие.
5. Краткое описание технологического процесса переработки материала с указанием температурного режима.
6. Физико-химические свойства полимерного материала — стабильность к температурным воздействиям, действию кислот и щелочей, газо- и паропроницаемость.

7. Подробная рецептура материала и указание следующих физико-химических свойств отдельных компонентов:

а) химическое название компонента;

б) его структурная формула, молекулярный вес;

в) степень растворимости в воде;

г) агрегатное состояние при нормальных условиях;

д) температура кипения и плавления;

е) достаточно чувствительный и специфичный метод определения микроколичеств каждого компонента в воде и модельных средах;

ж) образцы новых или малоизвестных ингредиентов, входящих в состав синтетических изделий — в чистом виде, а также методика их определения в воде.

4. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ К ЛАБОРАТОРНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ. УСЛОВИЯ, СОБЛЮДАЕМЫЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ.

Полученные образцы синтетических материалов и изделий прежде всего подвергают тщательному осмотру. При этом отмечают наличие, запаха, характер поверхности, цвет снаружи и внутри. Затем образцы подвергают механической очистке, промывают в проточной воде и приступают к исследованиям.

Контакт воды с пластмассовыми трубами осуществляется следующим образом. Отрезок трубы закрывают с одной стороны стеклянной, корковой или деревянной пробкой, а затем заливают в него воду. Можно также погрузить отрезки испытуемых труб в заполненные водой широкогорлые стеклянные сосуды. Такая форма контакта с водой возможна в тех случаях, когда трубы внутри и снаружи изготовлены из одного материала (нередко трубы покрывают лишь с одной стороны защитным покрытием). При этом надо соблюдать определенное соотношение между площадью поверхности исследуемого отрезка пластмассовой трубы и объемом соприкасающейся с ним воды (удельная поверхность). Это требование объясняется тем, что количество веществ, вымываемых из пластмассы в определенный объем воды, пропорционально площади соприкасающейся с водой поверхности.

Пример расчета:

Толщина стенки пластмассовой трубы 0,5 *см*;
Внутренний диаметр трубы 4,0 *см* (радиус — *r*) — 2,0 *см*;

Наружный диаметр 5,0 *см* (радиус — R) — 2,5 *см*;
Длина отрезка трубы (l) — 10,0 *см*.

Узнаем:

1) объем воды, заключенной в данном отрезке трубы: $\pi r^2 l = 3{,}14 \times 4 \times 10 = 125{,}6$ *см*^{3} воды.
2) площадь внутренней поверхности трубы на этом отрезке: $2\pi rl = 2 \times 3{,}14 \times 2 \times 10 = 125{,}6$ *см*^{2}.
3) Удельная поверхность: 125,6 *см*^{2} : 125,6 *см*^{3} = 1 : 1 *см*$^{-1}$.

Указанная удельная поверхность является наиболее неблагоприятной и поэтому наиболее приемлемой в процессе исследования [1].

Теперь рассчитаем, в какое количество воды следует поместить взятый в примере отрезок трубы. Общая поверхность отрезка (наружная и внутренняя с учетом торцов) вычисляется по формуле:

$$2\pi (R^2 - r^2) + 2\pi l (R + r)$$

Таким образом, общая площадь поверхности отрезка трубы в данном примере равна: $2 \cdot 3{,}14 (2{,}5^2 - 2^2) + 2 \cdot 3{,}14 \cdot 10 (2{,}5 + 2) = 269{,}7$ *см*^{2}.
Следовательно, отрезок трубы в опыте надо погрузить примерно в 300 *см*^{3} воды.

Аналогичный расчет нетрудно произвести для отрезка трубы любого диаметра. В случае испытания фасонных частей и деталей, используемых в водопроводном строительстве, для расчетов применяют соответствующие геометрические формулы в зависимости от формы деталей. В случае использования синтетического материала в виде покрытия емкостей, вместимость последней должна быть не менее 3—5 литров.

При моделировании натурных условий в лабораторных исследованиях синтетических материалов и пластмасс, предназначенных для водоснабжения, нельзя произвольно увеличивать или уменьшать удельную поверхность или срок экспозиции, т. к. пока еще нельзя предложить способы соответствующего пересчета.

---

[1] Для труб с диаметром больше 4 см удельная поверхность уменьшается, т. к. на единицу поверхности пластмассы приходится больший объем воды. Проводя исследования при удельной поверхности равной 1 см$^{-1}$, мы обеспечиваем некоторый запас.

5. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ.

Питьевая вода не должна содержать вредных для здоровья химических веществ и микроорганизмов. Поэтому при использовании синтетических материалов в водопроводном строительстве необходим строжайший контроль за тем, чтобы этот важнейший гигиенический принцип не был нарушен. Вымывание из пластмасс в питьевую воду различных химических веществ может привести, в случае токсичности последних, к развитию у населения заболеваний неинфекционной природы.

Иногда концентрации и характер вымываемых из синтетических материалов веществ сами по себе еще не представляют опасности, а появившиеся в воде примеси не могут быть определены аналитически. Однако способность этих веществ изменять органолептические свойства воды приводит к отказу населения использовать такую воду. Питьевая вода должна быть лишена специфического вкуса, запаха, окраски, мути даже, если вещества, их вызвавшие, сами по себе безвредны.

Для исследований берут дехлорированную воду, или любую другую питьевую воду — артезианскую, колодезную. Влияние синтетических материалов и изделий из них на качество воды полнее всего проявляется при длительном контакте их с водой. Представляется допустимым проводить исследования в лабораторных условиях без смены воды в течение нескольких суток. При этом миграция компонентов пластмассы в ежесуточно сменяемую воду (минимальный водообмен для сельского водопровода) не представляет существенных различий по сравнению с миграцией веществ в несменяемую воду. В тех случаях, когда есть основания считать, что отдельные ингредиенты материала будут интенсивно вымываться в первые дни контакта с водой, надо производить сжесуточную смену воды. Во всех случаях определение соответствующих показателей качества воды надо производить тотчас после заливки испытуемых материалов водой, через 1 сутки, 2, 3, 5, 10, 15 и 30 суток. При использовании синтетических материалов для внутреннего покрытия емкостей качество воды необходимо проверять при длительном контакте (до 90 суток). Большие преимущества дает исследование образцов на модельной установке (Приложение 2).

Образцы материалов для исследования надо выбирать как новые, не бывшие в употреблении, так и предварительно выдер-

жанные в воде не менее двух недель. Кроме того, в некоторых случаях бывает необходимо исследовать влияние на состав воды материалов, которые в течение некоторого времени подвергались облучению ультрафиолетовым светом и действию повышенной температуры (до 37° в термостате).

Температура водопроводной воды обычно не превышает температуры воздуха в жилых помещениях (18—20°). Однако в ряде случаев, а особенно в жарких районах страны, температура воды в сети может быть более высокой. Учитывая это, а также то обстоятельство, что в лабораторных условиях желательно несколько повысить экстракционные свойства воды путем подогрева, необходимо производить исследования не только при 20°, но и при более высокой температуре, не приводящей, однако, к деструкции полимера.

Применяемая в микробиологии для инкубации температура 37° является в данном случае наиболее приемлемой.

Таким образом, контакт воды с синтетическими материалами должен происходить при температуре 20° и 37°. Если исследуемые материалы предназначаются также и для горячего водоснабжения, то контакт воды с ними осуществляют при 60—80°.

Температура 37, 60 и 80° могут быть обеспечены лишь в термостатах и сушильных шкафах, куда большие отрезки пластмассовых труб или большие емкости не могут быть помещены. В этих случаях выбирают небольшие отрезки труб, нарезают их кольцами и заливают соответствующим количеством воды в стеклянных сосудах. Емкости для исследования выбирают объемом 3—5 *л*. Все серии опытов обязательно сопровождаются контролем.

Если известно, что по условиям эксплуатации изделия соприкасаются с водой, pH которой выходит за пределы 6,5—7,0 в лабораторных условиях производят исследования с искусственно подкисленной или подщелоченной водой (pH в пределах 6—8,0). Подкисление воды целесообразно производить CO_2 или уксусной кислотой, подщелачивание — NaOH, $Ca(OH)_2$ или раствором аммиака. Анализ необходимо производить для всех видов синтетических материалов и изделий по следующим показателям: вкус, запах, цветность, прозрачность воды, окисляемость (перманганатная или бихроматная) и pH. Кроме того, в воде следует определять химические вещества, исходя из конкретной рецептуры исследуемого изделия.

Большинство необходимых методик можно найти в руководствах, указанных в списке литературы (3—6, 8, 9).

Если существуют методики количественного или качественного определения мономеров, последние также должны быть определены в воде. Если в состав материалов, из которых изготовлены изделия, входит фенол или его производные, необходимо провести изучение возможности возникновения хлорфенольного запаха в хлорированной воде, соприкасающейся с этими материалами. Так как существующие методы количественного определения некоторых органических соединений, входящих в рецептуру исследуемых изделий, обладают малой чувствительностью, в ряде случаев, целесообразно провести медленную фильтрацию воды, бывшей в контакте с этими изделиями, через угольный фильтр с последующей экстракцией растворителем веществ, сорбированных на угле, и количественное определение их после удаления растворителя.

Если врач или химик, проводящие санитарную экспертизу полимерных материалов и изделий из них достаточно хорошо знакомы с приемами математической статистики, то при проведении санитарно-химических исследований с большим эффектом могут быть использованы методы математического планирования экспериментов.

При этом заранее определяют интересующую область существования условий эксплуатации сантехизделий из полимеров, например: температура воды —20 —80°, время контакта с водой — 1—3 суток, удельная поверхность — 1—5 $см^{-1}$.

Расчет уравнения регрессии, описывающего процесс миграции химических веществ из пластмасс на основе полученных экспериментальных данных, довольно прост. В случае получения достаточно простой (линейной) модели интерпретация ее для составления гигиенического заключения также не представляет больших трудностей (1, 12).

Использование методов математического планирования экспериментов при санитарной экспертизе полимерных материалов, применяемых в водоснабжении, дает большую экономию сил и времени, позволяя получить достаточно полную информацию в удобной для интерпретации форме.

6. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА МИКРОФЛОРУ ВОДЫ

Вымывание тех или иных компонентов пластмассы в воду изменяет ее физико-химические свойства, сдвигает баланс питательных веществ в воде и в результате может способствовать

размножению или длительному выживанию микроорганизмов, небезразличных для человека и животных.

При постановке опытов по изучению влияния пластмассовых материалов на микрофлору воды обычно ограничиваются определением кишечной палочки и общего числа микробов в воде.

Если патогенные микроорганизмы имеются в загрязненной воде, то почти всегда над ними значительно преобладает количество обычной кишечной микрофлоры — причем последнюю в воде обычно легче обнаружить. В случае отсутствия этих организмов в воде можно считать, что болезнетворные микробы также отсутствуют. Поэтому использование обычных кишечных организмов для изучения влияния пластмассовых сантехизделий на выживание бактерий в воде дает необходимый резерв безопасности.

Наиболее распространенным видом сантехизделий из синтетических материалов являются водопроводные трубы. В связи с этим, условия постановки опытов по изучению их влияния на микрофлору воды излагаются ниже применительно к пластмассовым трубам. Принципы, положенные в основу этих исследований, с незначительными изменениями могут быть перенесены на изучение других видов санитарно-технических изделий.

Исследуемые образцы подвергаются механической очистке. Их тщетельно моют мягкой тряпкой и теплой водой. Каких-либо моющих средств при этом не применяют, затем образцы дезинфицируют. Для этого их заливают хлорированной водой, содержащей 10—12 *мг/л* активного хлора, плотно закрывают и оставляют на 24 часа.

Обеззараживание изделий перед исследованием можно производить и другими антисептиками, недействующими разрушительно на полимерный материал.

После дезинфекции образцы промывают проточной водой в течение нескольких часов. При этом обязателен контроль на эффективность отмывки от дезинфицирующих средств.

Затем в большой аквариум наливают дехлорированную водопроводную воду и вносят несколько миллилитров хозяйственно-фекальной сточной жидкости [1]. Воду тщательно перемешивают и разливают в исследуемые образцы труб.

Трубы для исследования с одной стороны должны быть закрыты кружком из той же пластмассы, из которой изготовлена

---

[1] Заражение воды можно также производить чистой культурой кишечной палочки.

вся труба. С другой стороны исследуемые образцы труб закрывают корковой пробкой.

Более доступным в лаборатории является другой способ. В стерильные эрленмейеровские колбы вносят отрезки пластмассовых труб (с измеренной площадью поверхности) и заливают приготовленную для опытов воду в принятом соотношении (1 : 1) площади поверхности и объема, но обязательно так, чтобы отрезки труб были полностью покрыты водой. Колбы на время опытов обвертывают черной бумагой или хранят в темном месте.

Настаивание образцов с водой производят при комнатной температуре (20°), в холодильнике (5°) и в термостате (37°). Все опыты обязательно сопровождаются контролем — 2—3 *л* той же воды в стерильном стеклянном сосуде.

Определение общего числа микробов в воде и количество кишечных палочек в 1 *мл* производят тотчас после заполнения исследуемых труб и контрольных сосудов, а затем через 6 часов, 1, 2, 3, 5, 7, 10 суток. Перед бактериологическим исследованием воду в опытных и контрольных сосудах тщательно перемешивают.

Каждую серию опытов повторяют трижды. Для экономии времени опыты при разных температурах ведут параллельно.

Усредненные результаты микробной обсемененности воды в опыте и контроле сопоставляют между собой. Для удобства сравнения строят график: на оси абсцисс откладывают время от момента постановки опыта, а на оси ординат — количество микроорганизмов.

Так как при размножении микробная клетка делится пополам, то теоретически увеличение числа клеток происходит в геометрической прогрессии. Если количество бактерий в начале данного отрезка времени обозначить a, количество клеток через какой-то промежуток времени A, то к концу первой генерации $A=a\cdot 2$, а после второго $A=a\cdot 2\cdot 2$, то есть после n генераций $A=a\cdot 2^n$.

Решая это уравнение для определения числа поколений (n) за определенный отрезок времени, получим $lgA=lga+nlg2$. Отсюда число поколений равняется:

$$n=\frac{lgA-lga}{lg2}.$$

Так как $lg2=0{,}30103$, то уравнение принимает вид:

$$n=3{,}3lg\frac{A}{a}.$$

Таким образом, для определения числа поколений (n) в микробной взвеси за время t необходимо разделить количество бактерий в конце этого периода на число бактерий вначале и логарифм полученного значения умножить на 3,3. Теперь легко определить скорость размножения отдельных клеток, которую обозначают периодом генерации (g).

Если за время t возникло n поколений, то оно равно общему времени t, деленному на время генерации одной клетки:

$$n = \frac{t}{g}\ , \text{ отсюда } g = \frac{t}{n}\ .$$

Подставим в это уравнение значение n, получим:

$$g = \frac{t}{3{,}3lg\,\frac{A}{a}}\ .$$

Следовательно, для вычисления скорости генерации одной клетки исследуемой популяции в логарифмической фазе необходимо экспериментально установить количество клеток в начале и в конце определенного отрезка времени. Сравнение вычисленных показателей скорости размножения бактерий в воде, соприкасающейся с пластмассами, со скоростью размножения бактерий в контроле дает объективную характеристику влияния пластмасс на рост водной микрофлоры.

7. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАСТАНИЯ ВОДОРОСЛЯМИ САНТЕХИЗДЕЛИЙ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.

Возможность обрастания пластмассовых труб водорослями изучается на отрезках труб, которые в течение длительного срока (3—6 месяцев) эксплуатируются в сети действующего водопровода. Такие же сроки исследований приемлемы и для емкостей с синтетическим покрытием, куда предварительно наливается вода. По истечении установленного срока отрезок трубы извлекают и производят микроскопию соскоба с внутренней поверхности трубы.

По данным некоторых исследователей, в незащищенных от света прозрачных пластмассовых трубах водоросли разрастаются очень быстро. Однако, стоит закрыть доступ света, и процесс размножения прекращается. Обычный слой краски на поверхности труб дает желаемый результат.

8. ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.

Изучение влияния синтетических материалов на органолептические и физико-химические показатели качества воды дает достаточно полное представление о возможности вымывания тех или иных веществ из этих материалов. Известно, что для целей питьевого водоснабжения обычно предлагают материалы, практически не отдающие в питьевую воду чуждые ей вещества. Однако, процессы «старения» и деструкции пластмасс изучены в настоящее время весьма мало. Поэтому надо учитывать, что из полимерных материалов могут вымываться вещества, для определения которых по тем или иным причинам (неясность химического строения или отсутствие достаточно чувствительной методики определения) не сделаны химические анализы.

В том случае, когда санитарно-химические и санитарно-бактериологические исследования синтетических материалов не позволяют дать окончательное заключение о возможности использования данного вида изделий в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения, необходимо провести санитарно-токсикологические исследования.

Задачей этих исследований является установление возможности токсического действия синтетических материалов через воду на организм теплокровных животных. При этом возможно проведение исследований с водными вытяжками, если нельзя индентифицировать вещества, мигрирующие из пластмасс в воду, а на их присутствие указывают высокая окисляемость или бромирование настоев.

В другом случае, если известна природа выделяющегося в воду соединения, необходимо в санитарно-токсикологическом эксперименте установить допустимый уровень [1] миграции (ДУ). Выделение химических веществ из пластмассы в концентрации выше ДУ дает основание не допускать ее применение в водоснабжении.

Основой санитарно-токсикологического исследования является хронический опыт.

---

[1] Установление ДУ должно проводиться в соответствии с принципами гигиенического нормирования содержания вредных веществ в воде, но лишь по органолептическому и санитарно-токсикологическому показателям вредности. ДУ соответствуют ПДК для воды водоемов, установленные по одному из двух указанных лимитирующих показателей.

Животных содержат на обычном рационе. При изучении вытяжек для питья дают 10—15-дневные настои воды из исследуемых синтетических материалов. При этом учитывают количество воды, выпитое животными. Длительность хронического опыта зависит от вида подопытных животных и должна составлять не менее 6—10 месяцев.

В связи с разнообразием токсикодинамики химических веществ, которые могут применяться при изготовлении синтетических материалов, не может быть рекомендован стандартный набор методов для использования в хроническом токсикологическом опыте.

Следует использовать современные физиологические, биохимические и токсикологические методы, применение которых решается в каждом конкретном случае в зависимости от токсикодинамики веществ, входящих в состав полимерного материала.

Однако, при проведении всех санитарно-токсикологических исследований нужно вести систематическое наблюдение за общим состоянием и поведением животных; изменением их веса.

Целесообразно также проведение систематических исследований морфологии крови: количество эритроцитов, лейкоцитов, формула белой крови.

Опыт гигиенического нормирования вредных веществ в воде водоемов показывает целесообразность использования тестов, характеризующих состояние наиболее поражаемых вредными веществами органов и систем подопытных животных.

Должны быть использованы тесты, отражающие состояние адаптационных механизмов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма.

Рекомендуется также использование интегральных показателей, таких как изучение условно-рефлекторной деятельности, иммунобиологической реактивности организма, содержание аскорбиновой кислоты в тканях и т. п. Хронический опыт должен заканчиваться патологоанатомическими и патогистологическими исследованиями тканей основных внутренних органов.

Отсутствие функциональных и морфологических сдвигов в организме подопытных животных позволяет рекомендовать изученные синтетические материалы для использования в практике водопроводного строительства или обосновать ДУ миграции для их компонентов.

9. ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА КОЖУ.

Вода, подаваемая по системе хозяйственно-питьевого водоснабжения, используется населением для различных бытовых нужд, в том числе и для мытья тела. Поэтому большое значение имеет изучение возможности ее раздражающего действия на кожу.

Вытяжки из синтетических материалов для исследования готовятся, как было описано выше, но при температуре 60—80° (в термостате) в течение суток. Исследования проводят на морских свинках или кроликах белой масти. На предварительно выстриженный участок кожи (размером 5×5 *см* для кроликов и 2×2 см для морских свинок) на боковой поверхности туловища в области спинного сегмента наносят исследуемую водную вытяжку путем втирания стеклянной палочкой в течение одной минуты. Вода перед втиранием должна быть остужена, чтобы не привести к ожогу кожи.

Если при ежедневном нанесении вытяжек в течение 20 дней реакция не разовьется, то можно считать, что раздражающее действие на кожу отсутствует. При наличии положительной реакции регистрируют ее характер, течение и исход. Особо отмечают появление эритемы, инфильтратов, эрозий или других патологических изменений на опытном участке кожи.

Возможность развития повышенной чувствительности под действием водных вытяжек из исследуемых синтетических материалов проверяют путем нанесения вытяжек в том же количестве на новый симметрично расположенный участок кожи животного в течение 11 дней. Наличие воспалительной реакции характеризует развитие повышенной чувствительности, которая проявляется:

а) по сокращению латентного периода в развитии реакции на втором участке;

б) по появлению реакции на втором участке, если 20-дневное нанесение на первом такой реакции не вызвало;

в) по нарастанию интенсивности реакции на втором участке по сравнению с первым.

Одновременно желательно исследовать возможность общетоксического действия в результате нанесения испытуемых вытяжек на кожу, а также провести патогистологическое изучение обработанных участков кожи.

10. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХЛОРИРОВАННОЙ ВОДЫ С СИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ.

Такие исследования проводят, определяя количество остаточного хлора в предварительно хлорированной воде, соприкасающейся с испытуемыми материалами. Одновременно такие же определения делают в воде контрольного стеклянного сосуда. Оба сосуда во время опыта должны быть закрыты притертой пробкой и находиться в одинаковых условиях.

Сравнивая скорость снижения содержания остаточного хлора в соприкасающейся с изделиями воде и в воде контрольного сосуда в течение нескольких суток, можно делать вывод о возможности взаимодействия растворенного в воде хлора с данным материалом.

11. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЕЗИНФЕКЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ САНТЕХИЗДЕЛИЙ.

Испытуемые образцы синтетических изделий заливают или погружают в воду, искусственно обсемененную смывом суточной агаровой культуры кишечной палочки, содержащим 100—500 микроорганизмов в 1 *мл* воды.

Изделия с зараженной водой оставляют на 18—24 часа при комнатной температуре, после чего зараженную воду заменяют хлорной водой с исходной концентрацией активного хлора 30—50 *мг* на литр, плотно закрывают и оставляют на 24 часа. По истечении указанного времени изделия промывают, заполняют или заливают стерильной водопроводной водой и производят микробиологическое исследование воды на наличие в ней бактерий группы кишечной палочки.

Исследования с этой целью производят тотчас после заполнения стерильной водой или погружения в нее и через 18—24 часа методом поверхностного посева на фуксин — сульфитную среду по 0,5 *мл* на 6—10 чашек. С целью исследования больших объемов воды (300,0 *мл*) на наличие кишечной палочки, производят фильтрацию через мембранные фильтры № 3 с последующим посевом фильтров на фуксин — сульфитную среду.

Дезинфекция считается удовлетворительной, если в 330 *мл* воды не обнаруживается кишечная палочка.

12. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДЫ, СОПРИКАСАЮЩЕЙСЯ С НОВЫМИ СИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ВОДОПРОВОДАХ.

Отбор проб воды для исследований на сооружениях водопровода, где применены новые синтетические материалы, с целью выявления их влияния на качество воды необходимо производить до поступления воды в это сооружение и при выходе из него.

Зная состав нового материала, исследования проб воды следует производить не только по определению основных санитарных показателей, но и тех специфических веществ, которые могут выделяться из синтетического материала в воду.

Пробы воды для анализа должны отбираться как во время протекания воды через сооружение, которое изготовлено из нового материала (что проводится периодически), так и после застоя воды в этом сооружении.

Перед заселением жилых зданий, в водопроводной сети которых применены новые синтетические материалы, органы санитарно-эпидемиологической службы должны тщательно исследовать качество подаваемой в здание воды. При этом для сравнения следует исследовать воду из водопроводной сети в том месте, где она еще не соприкасалась с синтетическими материалами.

Сначала проводят предварительную промывку водопроводной домовой сети проточной водой. Затем все краны закрывают и следят за тем, чтобы водой на данном объекте в течение суток не пользовались.

После суточного отстоя работники соответствующих лабораторий санитарно-эпидемиологических станций отбирают из крана пробы воды для бактериологического и химического анализа.

Для этого открывают кран и некоторое время (3 минуты) спускают воду. Затем отбирают воду для химического анализа в чисто вымытые (без мыла) бутылки. Перед заполнением бутыли трижды промывают исследуемой водой. Для взятия проб рекомендуются бутылки с притертой пробкой.

Для химического анализа желательно набирать три литра воды. Пробу воды для бактериологического анализа берут после предварительного фламбирования кранов пламенем паяльной горелки или ватным тампоном смоченным спиртом. Пробку, вместе с которой бутыль подвергалась стерилизации, вынимают непосредственно перед отбором воды, не удаляя бумажного колпачка. Сразу после наполнения бутыль закрывают.

Для бактериологического анализа достаточно одного литра исследуемой воды. Исследование органолептических показателей желательно производить на месте. Необходимо, чтобы вкус и запах воды определяли несколько человек.

Отобранные пробы воды как можно скорее доставляют в лабораторию, где производят соответствующие анализы.

Пробы следует отбирать в нескольких точках сети, но не менее, чем в двух.

Через некоторое время после пуска водопровода в эксплуатацию в порядке текущего санитарного надзора необходимо вновь периодически (1 раз в квартал) отбирать пробы питьевой воды для анализа.

При этом пробы воды из сети лучше отбирать рано утром до начала массового водозабора, то есть необходимо проследить чтобы в пробы попала вода после ночного застоя ее в трубах в течение 5—6 часов. Естественно, чем длительнее срок контакта воды с синтетическими материалами, тем сильнее влияние последних на качество воды.

После отбора проб воды для химического и бактериологического анализа и проведения органолептических исследований следует провести опрос жильцов в отношении качества питьевой воды. При этом необходимо особое внимание обратить на возможные жалобы на какие-либо неудобства при бытовом водопользовании. Все эти жалобы имеют большое значение и наряду с данными лабораторных исследований учитываются при составлении заключения о качестве подаваемой питьевой воды.

Независимо от того, было ли произведено определение привкусов и запахов воды при отборе пробы на объекте, в лаборатории все органолептические свойства воды исследуют опытные лаборанты.

Из доставленных в лабораторию проб воды делают посевы для определения общего числа бактерий и количества бактерий группы кишечной палочки.

Полученные результаты сравнивают с анализом воды до ее поступления в сеть, построенную с применением новых синтетических материалов, и на основании сопоставления делают вывод о влиянии данного материала на качество воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю. П. «Введение в планирование эксперимента» М., 1969.
2. ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая».
3. Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготов-

ленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. М., 1972.

4. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А. И. «Химический анализ производственных сточных вод», «Химия», М., 1966 г.

5. «Методические указания по гигиенической оценке качества полистирольных пластиков». Изд. НПО. «Пластполимер», 1974.

6. Перегуд Е. А. «Санитарная химия полимеров», «Химия», Л., 1967.

7. «Перечень новых материалов и реагентов, разрешенных ГСЭУ МЗ СССР для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения». Утв. 17—V—1972, № 974—72.

8. «Санитарно-химические методы исследования полимеризационных пластмасс». п/р проф. С. Л. Данишевского и В. Г. Гуричевой, Л., «Химия», 1969.

9. Станкевич К. И., Шефтель В. О. «Методы гигиенических исследований полимеров». К., «Здоров'я», 1969 г.

10. Черкинский С. Н. и др. «Применение пластмассовых труб в водопроводной практике». «Гиг. и сан», 1961, № 1.

11. Шефтель В. О. «Гигиеническая характеристика полимерных материалов, используемых в водоснабжении». «Гигиенические аспекты применения полимерных материалов и пестицидов». Научный обзор ВНИИМИ, 1972, 58—71.

12. Шефтель В. О. «Планирование экспериментов в санитарной химии полимеров», «Гигиена и санитария», № 8, 1974, 84—87.

Приложение 1

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА
по результатам санитарно-гигиенических исследований синтетических материалов, внедряемых в водопроводное строительство

Наименование материала и изделия . . . . . .

Область применения . . . . . .

Предприятие—изготовитель . . . . . .

Рецептура материала и краткая технология изготовления образцов	Удельная поверхность (соотношение площади поверхности пластмассы и объема воды)	Динамика исследований в моделированных условиях	Выделяемые вещества	Количество мигрирующих веществ в мг/л			Устойчивость к хлорированной воде	Влияние на микрофлору воды	
				20°	37°	60—80°		Общее число микробов	Колититр

Применяемые методы, ссылка на литературу:

Заключение о возможности применения·

Исполнители:

Дата:

МОДЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

На установке, разработанной во ВНИИГИНТОКС'е, можно исследовать влияние различных синтетических полимерных материалов на органолептические и физико-химические свойства контактирующей с ними воды, а также изучать миграцию отдельных компонентов пластмасс при изменении ряда внешних факторов, возникающих в сети водоснабжения, а именно: различная скорость движения воды, изменение давления и температуры воды в сети.

Принцип действия установки основан на циркуляции холодной и горячей воды через систему трубопроводов и два параллельных образца. Циркуляция воды в системе идентична таковой в системе водоснабжения.

Установка состоит из насоса с электромотором, водяного бака в который вмонтирован теплоэлектронагреватель, муфтовых зажимов и измерительных приборов.

Температура воды в системе измеряется термометром со шкалой от 0° до 100°; давление — манометром со шкалой до 6 атм.

Для определения расхода воды, циркулирующей в трубопроводах, установлено сужающее устройство с диафрагмой, к которой подключен дифманометр.

Регулировка давления в системе осуществляется при помощи вентилей, установленных на всасывающем патрубке насоса до и после бака. Ими можно регулировать давление, соответственно уменьшая и увеличивая его.

Нагрев воды осуществляется в водяном баке до температуры 65—70° С. Постоянство температуры поддерживается термореле (ТР-100). Насос создает циркуляцию воды в системе.

Образцы труб различных диаметров размером 0,5 *м* крепятся при помощи уплотнительных зажимов. Пробы воды отбираются из системы через патрубок, на который устанавливается водопроводный кран.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение 4
2. Основные критерии гигиенической оценки синтетических материалов, применяемых в водоснабжении 6
3. Порядок направления и правила приема образцов синтетических материалов для лабораторных исследований 7
4. Подготовка образцов к лабораторному исследованию. Условия, соблюдаемые при исследовании синтетических материалов и изделий из них 8
5. Изучение влияния синтетических материалов на органолептические и физико-химические показатели качества воды 10
6. Изучение влияния синтетических матеиралов на микрофлору воды . 13
7. Изучение возможности обрастания водорослями сантехизделий из синтетических материалов 15
8. Изучение токсических свойств синтетических материалов 16
9. Изучение действия водных вытяжек из синтетических материалов на кожу 18
10. Изучение возможности взаимодействия хлорированной воды с синтетическими материалами 19
11. Изучение возможности дезинфекции синтетических сантехизделий . 19
12. Организация контроля за качеством воды, соприкасающейся с новыми синтетическими материалами на действующих водопроводах . . . 20

Литература 21
Приложения 23

БФ 00001. Подписано к печ. 23.I—1975 г. Объем 1,5 л. Формат 60×84 1/16. Зак. 5-93. Тираж 700.

Киевская книжная типография научной книги, Киев, Репина, 4.

gost.e-ecolog.ru