



# ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В.Г. Герасимова, кандидат мед.наук., А.В. Головащенко, Е.И. Корниец,  
Л.И. Назаренко, Л.М. Веремченко

Институт экогигиены и токсикологии им.Л.И.Медведя, Киев, Украина

**Резюме.** При необходимости питья вода та харчові продукти зберігаються в ємностях з полімерного покриття. Проведено декілька серій органолептичних, санітарно-хімічних та мікробіологічних досліджень для встановлення можливості використання епоксидної композиції ННК-8001 в якості покриття внутрішньої поверхні ємностей для зберігання питної води та сипких харчових продуктів. Моделювались різні умови зберігання води. В результаті були виявлені гігієнічно значимі показники безпеки для здоров'я людини при використанні покриття за призначенням з регламентацією насиченості, температурного режиму, часу контакту.

**Ключові слова:** полімерне покриття, зберігання води, безпечність для здоров'я людини.

**Summary.** Drinking water and food are stored in containers treated with polymeric coating when necessary. A few series of odorimetrical, chemical and microbiological research have been conducted to identify the usability of epoxy composition NNK-8001 for coating of an inner surface of drinking water and food storage containers. Different water storage conditions were designed during research. Sanitarily significant indexes for human health safety when coating is used as directed with regulation of saturation, temperature condition and time of contact has been determined as a result.

**Key words:** polimeric coating, water storage, human health safety.

При необходимости питьевая вода и пищевые продукты хранятся в емкостях из материалов, не подверженных коррозии, или в емкостях, обработанных специальными покрытиями. В этом качестве могут быть использованы полимерные и лакокрасочные материалы, металлические и керамические покрытия. Системы покрытий резервуаров с питьевой водой или пищевыми продуктами должны соответствовать не только повышенным требованиям по коррозионной стойкости, но и самым жестким стандартам по безопасности, чистоте и инертности [1]. Для удобства изложения в данной статье рассматриваются гигиенические аспекты контакта только воды с полимерными материалами. Считаем это вполне допустимым, так как наша задача - изучить основные положения, а не частности, связанные с тем или иным видом пищевых продуктов. Кроме того, в настоящее время отдельные виды питьевой воды (вода бутилированная) принято рассматривать как пищевой продукт, а водная модельная среда в большинстве случаев лабораторных экспериментов является наиболее агрессивной.

Гигиеническая оценка полимерных покрытий

емкостей для хранения воды является одним из направлений гигиенической регламентации полимерных материалов, применяемых в хозяйственно-питьевом водоснабжении, и имеет свои особенности. Преимущественно полимерные или полимерсодержащие материалы в качестве покрытий применяются для крупногабаритных промышленных емкостей.

Для контакта с питьевой водой или пищевыми продуктами используют эпоксидные, полиуретановые, тефлоновые, полиэфирные, акриловые и др. полимерные материалы и покрытия, включая самые современные портятивные эластичные резервуары. Значительный объем работ выполняется с применением эпоксидных и полиуретановых композиций. Защитные покрытия на основе данных материалов обладают высокими физико-механическими свойствами, химической стойкостью, устойчивостью к ультрафиолетовому излучению и абразивному износу. Составы на основе эпоксидных смол наиболее часто применяют для покрытия бетонных стенок емкостей, предназначенных для хранения питьевой воды, вин, соков.

Качество и гигиенические характеристики покрытия во многом зависят от способа его нанесения.

Изучая эмиссию различных химических веществ из защитных покрытий в воду, следует учитывать миграция каких именно загрязнителей характерна для определенного вида химических композиций и имеет гигиеническую значимость [2, 3]. В таблице 1 приведены основные возможные загрязнители воды и пищевых продуктов, исходя из химической природы покрытия.

Вопросы микробиологической безопасности воды при ее хранении также не менее важны [4]. Проводя гигиеническую оценку полимерных покрытий для резервуаров хранения воды, следует учитывать, что размножению микроорганизмов в воде способствует наличие в ней низкомолекулярных органических загрязнителей. Такие вещества в ряде случаев могут выделяться из полимерных материалов [5].

#### Цель и задачи исследования

Цель проведенной нами исследовательской работы — установление возможности использова-

ния композиции ННК-8001 в качестве покрытия для внутренних поверхностей бетонных и стальных емкостей для хранения воды питьевой и хозяйственного назначения, а также сыпучих пищевых продуктов. Композиция ННК-8001 разработана на ООО "НПП Нике-РАВ" на основе эпоксидных смол, толуола, диоксида титана.

Поскольку изначально не были известны конкретные условия применения покрытия, в задачи исследования входило:

- установление сроков хранения воды в емкостях, покрытых ННК-8001 по санитарно-химическим показателям;
- определение возможных сроков хранения в емкостях по микробиологическим показателям;
- определение значения удельной внутренней поверхности резервуара, обеспечивающее приемлемые в гигиеническом отношении величины миграции химических загрязнителей из покрытия.

#### Условия и объем испытаний

В ходе исследовательской работы было проведено несколько серий экспериментов. При этом

Таблица 1

**Классификатор основных полимерных материалов, используемых в контакте с питьевой водой и пищевыми продуктами**

Класс полимерных материалов	Вид изделий, которые контактируют с питьевой водой и пищевыми продуктами	Вещества, мигрирующие из полимерных материалов
Полиолефины	Элементы водопровода Пленочно-упаковочные материалы Жесткая и полужесткая тара Посуда столовая и кухонная Детали машин и оборудования Полимерные покрытия	Формальдегид Ацетон Метиловый спирт Пропиловый спирт Бутиловый спирт Изобутиловый спирт
Поливинилхлорид	Элементы водопровода Жесткая и полужесткая тара Детали машин и оборудования Полимерные покрытия	Винилхлорид Метиловый спирт Бутиловый спирт Оловоорганические соединения Ацетон Эфиры о-фталевой кислоты Цинк
Полистиролы и сополимеры	Элементы водопровода Жесткая и полужесткая тара Посуда столовая и кухонная Детали машин и оборудования	Стирол Формальдегид Метиловый спирт Акрилонитрил Метилметакрилат
Эпоксидные полимеры	Полимерные покрытия Лакокрасочные материалы Детали машин и оборудования	Эпихлоргидрин Дифенилпропан Фенол Формальдегид
Полиамиды	Детали машин и оборудования Полимерные покрытия	Ацетальдегид, Формальдегид Этиленгликоль Метиловый спирт Ацетон Пропиловый спирт Изопропиловый спирт
Фторопласты	Посуда столовая и кухонная Детали машин и оборудования Полимерные покрытия	Фтор-ион Формальдегид

моделировались: время контакта воды с покрытием в течение 1, 3, 7, 14 суток; соотношение площади контакта и объема водной среды 1:2 и 1:3  $\text{см}^2:\text{см}^3$ , температура экспозиции 20 и 37°C.

Первые серии экспериментов дали неблагоприятные результаты. Вода даже после непродолжительного контакта с покрытием приобретала посторонний отчетливый запах, регистрировалась миграция химических веществ в вытяжки в количествах, превышающих гигиенические нормативы.

Результаты этих исследований и консультации с разработчиками композиции НК-8001 свидетельствовали о наличии недоработок в рецептуре и об отсутствии четкой технологии нанесения покрытия. В результате неоднократных доработок создателями покрытия были отработаны оптимальные варианты рецептуры и технологии нанесения композиции на поверхность резервуаров. В данной работе приведены результаты последних серий исследований покрытия улучшенного состава и нанесенного в соответствии с разработанной технологией.

Учитывая рецептурный состав композиции, в водных вытяжках определялось содержание формальдегида, эпихлоргидрина, дифенилпропана, фенола, толуола, изопропилового спирта. Кроме того, была проведена органолептическая оценка вытяжек и использован интегральный показатель наличия в вытяжках органических веществ — перманганатная окисляемость.

Параллельно с санитарно-химическими проводились микробиологические исследования для определения влияния покрытия на развитие санитарно-показательных бактерий.

## Результаты и их обсуждение

### Органолептические и санитарно-химические исследования

Результаты определения запаха вытяжек представлены на рисунке 1.

Как видно из представленных материалов, интенсивность запаха при температуре 37°C была выше, но не превышала нормативных показателей.

Результаты определения окисляемости водных вытяжек приведены на рисунке 2.

Гигиенический норматив для перманганатной окисляемости составляет 4,0  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . Мы видим превышение этой величины практически во всех сроках исследований при соотношении площади и объема  $1\text{см}^2:2\text{см}^3$ . При соотношении площади и объема  $1\text{см}^2:3\text{см}^3$  зафиксировано значительное увеличение окисляемости только при двухнедельном сроке.

Результаты определения различных химических веществ в вытяжках показали следующее. В ходе всех серий испытаний не была зарегистрирована миграция фенола, эпихлоргидрина, толуола. А результаты миграции дифенилпропана (ДФП) и формальдегида представлены на рисунках 3-4.

Как видно из приведенных графиков, при темпе-

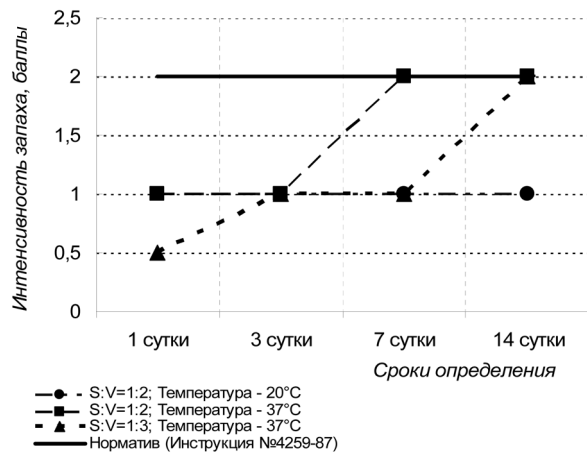


Рис. 1. Динамика изменения запаха водных вытяжек при разных условиях моделирования

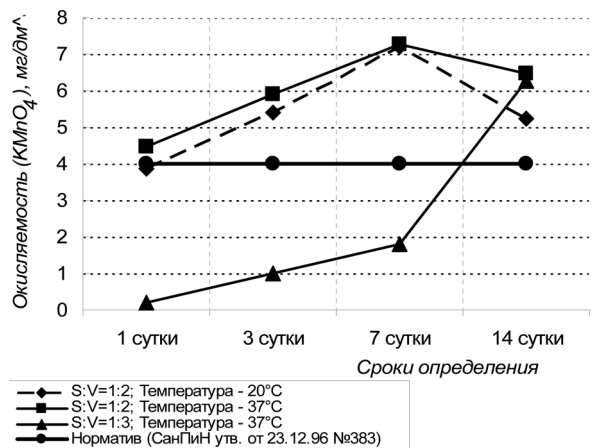


Рис. 2. Динамика изменения окисляемости водных вытяжек при разных условиях моделирования

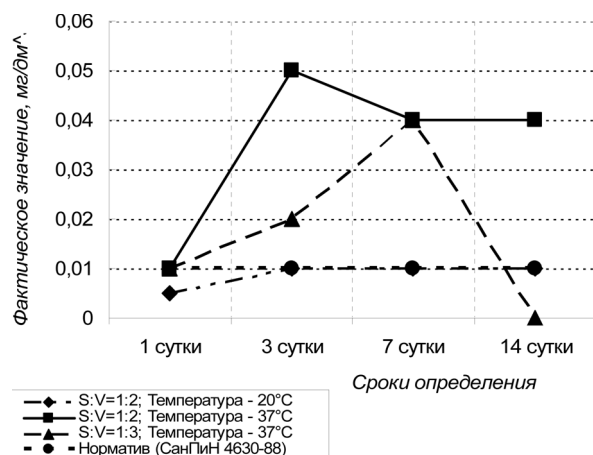
ратуре 37°C максимальная эмиссия ДФП при соотношении площади и объема  $1\text{см}^2:2\text{см}^3$  наблюдалась на 3-и сутки и пятикратно превышала величину ПДК, а при соотношении площади и объема  $1\text{см}^2:3\text{см}^3$  максимальные значения зарегистрированы на 7-е сутки. Затем следовало снижение миграции. При температуре 20°C максимум на уровне ПДК был достигнут на 3-и сутки и держался до конца эксперимента.

Выделение формальдегида регистрировалось только при соотношении площади и объема  $1\text{см}^2:2\text{см}^3$ , при этом прослеживается стабильное снижение эмиссии на протяжении всего эксперимента, что укладывается в классическую картину вымывания продуктов деструкции, образовавшихся в процессе производства композиции.

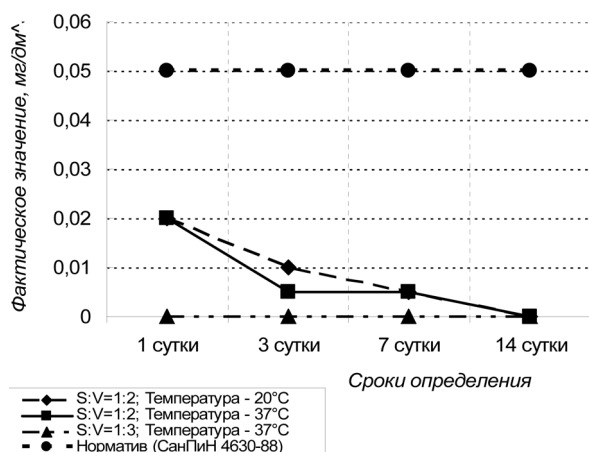
Таким образом, анализ результатов санитарно-химических исследований показывает, что в данном случае наиболее информативными оказались интегральный метод определения перманганатной окисляемости и определение эмиссии ДФП.

### Микробиологические исследования

С учётом данных санитарно-химических исследований об эмиссии в вытяжки органических веществ



**Рис. 3. Миграція дифенилолпропана в водні витяжки при різних умовах моделювання**



**Рис. 4. Миграція формальдегіда в водні витяжки при різних умовах моделювання**

були проведені мікробіологічні дослідження для визначення можливого впливу покриття на розвиток водної мікрофлори. Визначалась динаміка розвитку санітарно-показательних мікроорганізмів (*E.coli*) шляхом внесення в досліджувані зразки суспензій мікроорганізмів з наступним визначенням їх кількості.

Многочисленні мікробіологічні дослідження

(7 серій) не виявили чіткої залежності між розвитком мікрофлори та умовами моделювання експерименту. Одні дослідження свідчили про угнетення розвитку санітарно-показательних бактерій. Інші — вказували на наявність факторів, сприяючих збереженню бактерій у водній середі (особливо в зразках, які зберігалися при 37°C). В окремих серіях не виявлено достовірних змін стану мікрофлори. Загальним для всіх мікробіологічних досліджень є те, що зміни в експериментальних витяжках реєструвалися не раніше третього дня контакту з покриттям. Збільшення терміну контакту змінює стан санітарно-показательних бактерій.

#### Рекомендувані регламенти. Висновки

Виходячи з отриманих результатів, для забезпечення безпеки для здоров'я людини застосування композиції ННК-8001 як покриття ємкостей для зберігання води та сухих харчових продуктів були встановлені наступні регламенти експлуатації покриття:

- рекомендувані співвідношення площі покриття та об'єму водної середі не менше 1см<sup>2</sup>:10см<sup>3</sup>;
- максимальна температура в процесі зберігання не повинна перевищувати 20°C;
- гарантійний термін зберігання води в ємкостях за мікробіологічними показателями не більше 2 днів.

Таким чином, аналіз літератури та власні дослідження доводять: якість води та харчових продуктів, зберіганих в ємкостях з полімерними покриттями, визначається санітарно-хімічними показателями та залежними від них мікробіологічними характеристиками.

Тільки при дотриманні рецептурного складу, технології нанесення композиції досягається виробництво покриття, здатного забезпечити зберігання води високої якості. Гарантувати якість збереження води та харчових продуктів можна тільки при регламентуванні часу, насиченості, температури контакту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Станкевич К.І. Справочник по гигиене применения полимеров [Текст] / К.И. Станкевич, В.Е. Ковшило, О.И. Волощенко; под. ред. К.И. Станкевича. —К.: Здоров'я, 1984. —192 с. —На обл. авт. не указаны. —Библиогр.: —С. 177–182. —5500 экз.
2. Герасимова В.Г. Полімерні матеріали в системі господарсько-питного водопостачання. Сучасні особливості проведення гігієнічних досліджень і гігієнічної регламентації [Текст] / Валентина Герасимова // Вода і здоров'я. —2002:Сб. науч. ст./ Одеськ. Гос. Центр науч.-техн. і економіч. інформації. —Одеса: ОЦНТЭИ, 2002. —С. 52–55. —ISBN 966-7635-19-8.
3. Калугина Е.В. К вопросу о миграции вредных веществ из полимерных материалов. Обзор [Текст] / Е.В. Калугина, Т.Л. Горбунова // Пластические массы. —2007. —№8. —С. 52. —ISSN 0544—2901.
4. Горваль А.К. Влияние физико-химических факторов на развитие микробиологических процессов в бутылированной воде [Текст] / А.К. Горваль, Г.И. Корчак, Е.В. Сурмашева // Вода і водоочисні технології. —2004. —№3 (11). —С. 36–38.
5. Шефтель В.О. Действие пластмасс на микрофлору воды [Текст] / В.О. Шефтель // Гигиена и токсикология пластмасс, применяемых в водоснабжении. —К.: Здоров'я, 1981. —С. 24–33.