



**Рисунок 1 – График зависимости эффекта задержания частиц от их гидравлической крупности**

Анализируя расчетные и графические данные, можно сделать вывод, что при механической очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий на открытых гидроциклонах эффект задержания частиц с гидравлической крупностью более 0,3 мм/с составляет 95-100%, частиц с гидравлической крупностью 0,033 – 0,1 мм/с – 40-50%, частицы с меньшей гидравлической крупностью не задерживаются гидроциклоном.

#### **Список использованных источников**

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н. И. Лихачев [и др.] ; под ред. В. Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. – 639 с. – (Справочник проектировщика).
2. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / С. М. Шифрин [и др.]. - М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. - 272 с.
3. Яромский, В. Н. Выбор методов и сооружений механической очистки сточных вод предприятий молочной промышленности / В. Н. Яромский, Т. И. Головач // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2001. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 66–69.

УДК 504.42

## **ОПЫТ УДАЛЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКА ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ЕВРОПЕ И МИРЕ**

**Толкач Г. В.**

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест

Микропластик – это твердые частицы синтетических полимеров размером от нескольких нм до 5 мм. Исследования многих ученых вызывают обеспокоенность быстрыми темпами накопления микропластика в водной среде. На сегодняшний день имеются лишь фрагментарные данные о влиянии микропластика на здоровье человека, тем не менее имеются данные о негативных влияниях микропластика на водных животных и птиц [1-6]. Микропластик попадает в пищевые цепочки, когда его поедают животные (от зоопланктона до рыб и птиц), и может накапливаться в тканях жи-

вых организмов [5-7]. В пластике часто есть токсичные примеси, например, красители и огнестойкие добавки, которые попадают в пищеварительную систему животных и могут вызывать повреждения органов, воспаление кишечника и влиять на репродукцию. К тому же микрочастицы легко впитывают другие токсичные вещества, например, пестициды и диоксины, а потом так же легко выделяют их в организм, в который они попали [7].

**Источники поступления микропластика.** Пластиковые бутылки, пластиковые фрагменты, гранулы, нити, пластиковые пленки, пенопласт, гранулы и полиэтиленовые пакеты, под действием солнца и влаги дефрагментируются, измельчаются до мелких гранул. Автомобильные шины при использовании выделяют в окружающую среду пластиковую пыль. Микропластик также «отшелушивается» от синтетической одежды при ее стирке в стиральной машине. Производители добавляют частички синтетических полимеров в косметику: зубные пасты, помаду, скрабы. Многие средства, содержащие микропластик, смываются водой, которые попадают в сточные воды, а оттуда в водоемы. Частицы микропластика попадают в водную среду из-за отслоения краски (от лодок, кораблей, пирсов), рыболовных сетей, которые постепенно разлагаются в воде. Пыль, которая накапливается внутри зданий, и технологические потери при производстве пластика и пластиковых изделий также являются источниками загрязнения.

**Форма и цвет микропластика.** Микропластик различается по форме: от неправильных форм до сферических волокон. Пластиковые шарики могут иметь форму таблеток, продолговатых, цилиндрических, сферических и дисковых форм. Разрушение и эрозия поверхности частиц вызваны биологическим разрушением, химическим выветриванием или физическими силами (волновое воздействие, ветер, пескоструйная обработка). Цвета микропластика характеризуется широким спектром – от прозрачного белого, желтого, кремового до непрозрачного красного, оранжевого, синего, черного и других.

Последние исследования [7-8] показали, что миллиарды людей во всем мире пьют водопроводную воду, загрязненную микропластиками. Ниже приведены данные по обнаружению частиц микропластика в питьевой воде разных стран и среднее количество волокон в 500 мл. питьевой воды:

- США - 94,4% образцов; 4,8 волокна в 500 мл
- Эквадор - 79,2% образцов; 2,2 волокна / 500 мл
- Европа - 72,2%; 1,9.
- Ливан - 93,8%; 4.5
- Уганда - 80,8; 2,2
- Индия - 82,4 - 4,0
- Индонезия - 76,2%; 1,9

Высокое содержание частиц микропластика в питьевой воде в США связывают с использованием сушильных машин для белья, которые нагретым воздухом обдувают вещи и выдуваемые частицы микропластика поступают в атмосферу и ветром разносятся в близлежащие водоемы.

**Основные применяемые методы удаления микропластика в мире: микрофльтрация, флотация, коагуляция и экстракция.**

Микрофльтрация –это эффективный способ удаления микроволокон из воды с помощью современных мембран. Центральная часть фильтра состоит из электрически заряженных волокон и мембранной пластины. С помощью микрофльтрации не всегда можно очищать большие объемы воды, кроме того, данное оборудование достаточно дорогостояще.

В Ирландии молодой ученый Феррейра предложил оригинальный способ извле-

чения частиц микропластика из водной среды [9]: в раствор, содержащий частицы микропластика, добавлялся феррофлюид, затем Феррейра использовал неодимовый магнит, чтобы экстрагировать раствор и оставить только воду. Данный способ удаления микропластика доказан экспериментально, тем не менее достаточно сложно очищать от микропластика большие объемы воды данным способом, промышленное его использование требует доработки.

Микропластиковая и нанопузырьковая флотация также является одним из способов сбора микропластика. Частицы микропластика связываются с генерируемыми микро-, нано- и пико-пузырьками. Для флотации очень мелких частиц используется коагулянт, который изменяет дзета-потенциал частицы, для захвата пузырьков с частицей микропластика и поднятием ее на поверхность в камере флотации, затем под давлением частицы удаляются с поверхности воды. Недостатком данного метода является его высокая стоимость [1].

Из-за сложности удаления микропластика из воды необходимо предупреждать попадание частиц микропластика в окружающую среду, для этого: отдавайте предпочтение одежде из натуральных тканей: лен, шелк, органический хлопок, шерсть и др., сортируйте мусор, отдавайте пластиковые отходы на переработку; не используйте бытовую химию и косметику с частицами микропластика (PolyethylenPE, PolypropylenPP, PolyethylenterephthalatPET, Polyester (Polyester-1; Polyester-11) PES, Polyamid (Nylon-12; Nylon-6; Nylon-66) PA, Polyurethan (Polyurethan-2; Polyurethan-14; Polyurethan-35) PUR, Polyimid (Polyimid-1) PI, Ethylen-Vinylacetat-Copolymere EVA, Acrylates CopolymerAC, Acrylates Crosspolymer ACS, PolyquaterniumP, Polyquaternium-7 P-7, Polystyrene PS и др.)

Во многих странах уже действуют запреты по использованию микропластика при производстве косметических средств и средств бытовой химии, использования одноразовых изделий из пластика (США, Нидерланды и Швеция). С 2020 года планируется введение ограничения на продажу одноразовой пластиковой посуды, пластиковых трубочек и некоторых средств личной гигиены, содержащих частицы микропластика в Республике Беларусь.

#### Список использованных источников

1. Thompson, R. C. *Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends*. Philosophical Transactions of the Royal Society 2153-2166. Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J. . Science, 304 (5672). – 2004. – P. 838-838.
2. Hokanson, R. *Several studies have discovered the health detriments as endocrine disruptors including causing birth defects, infertility, and cancer: Hokanson, R., Donnelly, K. C., McDonald, T., Chowdhary, R., & Busbee, D. L. of fetal developmental abnormalities. Human & Experimental Toxicology, 25(12). – 2006). – P. 687-695/*
3. Томпсон, Р. С. Микропластики в морской среде: источники, последствия и решения // Научный мир. – 2004. – С. 271.
4. Райт С. Л., Роу, Д. Томпсон. Микропластики его влияние на морских червей // Современная биология. – 2014. – С. 2251-2262.
5. Дуйс, К. Микропластик в водной и наземной среде: источники (с особым акцентом на средства личной гигиены), судьба и последствия // Научная Европа. 2016.
6. Граца, Б. Источники и судьба микропластиков в морских и пляжных отложениях юга Балтийского моря – предварительное исследование // Граца Б. / EnvironSciPollutRes, 2017.
7. Национальный университет Виктории (Канада) [Электронный ресурс] / – Режим доступа : <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b01517>. – Дата доступа : 25.08.2019.
8. Национальный портал штата Нью-Йорк (США) [Электронный ресурс] / – Режим доступа : [https://orbmedia.org/stories/Invisibles\\_plastics/](https://orbmedia.org/stories/Invisibles_plastics/) – Дата доступа: 25.08.2019.
9. Экопортал [Электронный ресурс] / - <https://ekovolga.com/tehnolog/8093-podrostok-iz-irlandii-poluchit-45-tysyach-evro-ot-google-science-award-za-tehnologiyu-ochistki-okeana-ot-plastika.html> - Дата доступа: 29.08.2019.