

**УДК 504.75**

А.В. НАГИБИНА, И.Р. НОВОКРЕЩЕНОВА, студенты гр. ЭП-21-оБ  
(УГТУ), Научный руководитель Т.А. ГРИГОРЬЕВА, (УГТУ)  
г. Ухта

**ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПОСЛЕ РЕАГЕНТНОЙ  
ОБРАБОТКИ В ПРОЦЕССАХ ВОДОПОДГОТОВКИ**

Питьевая вода — это вода, которая предназначена для ежедневного, неограниченного и безопасного потребления человеком и другими живыми существами. Вода такого рода должна отвечать ряду требований:

- соответствие общим показателям и пределу содержания вредных химикатов, наиболее распространенных в России,
- соответствие антропогенов, наиболее часто встречающихся на заданной территории, общепринятым нормам;
- нормативное содержание химикатов, образующихся в воде в процессе её очищения;
- нормативное содержание в воде химикатов, поступающих в процессе жизнедеятельности человека;
- соответствие эпидемиологическим и паразитологическим показателям.

На данный момент проблема сточных вод и водоочистных сооружений приобретает все большую остроту и важность во всем мире, в том числе и в России. В процессе хозяйственной деятельности современное общество потребляет все большее количество воды, значительная часть которой в конечном итоге загрязняется самыми разнообразными веществами. Общеизвестно, что во многих жилых домах из трубопроводного крана подаётся вода «рыжего» цвета, имеющая характерный запах хлора. В такой воде содержатся болезнетворные бактерии, избыточные количества катионов кальция и магния, тяжелые металлы и токсические азотистые соединения [1].

С целью обеспечения соответствия показателей водопроводной воды требованиям СанПиНа вода из природных источников подвергается процессам водоподготовки и водоочистки. Первый этап такой очистки — механический. Чтобы очистить воду от крупных загрязнений (таких как ветки, листья, рыба, камни и др.), требуется специальный фильтр-решетка. Перед этим вода закачивается в специальные резервуары, где проходит несколько стадий фильтрования. Обычно в качестве сорбирующего агента выступает песок разной фракции.

На втором этапе в воду добавляют реагенты, которые в результате химических реакций образуют хлопья и оседают на дно (см. табл. 1). После данного вида очистки вода вновь подвергается фильтрации, проходя

через песок, в котором оседают все частицы, образовавшие хлопья [2]. Обеззараживание воды, её очищение от бактерий и микроорганизмов происходит с помощью хлорсодержащих веществ.

**Таблица 1. Основные способы химической обработки воды**

<b>Показатель качества воды</b>	<b>Способы химической обработки</b>	<b>Реагенты</b>
Мутность, цветность	Коагуляция, флокуляция	Коагулянты, флокулянты
Низкая щелочность	Подщелачивание	Карбонат натрия, карбонат кальция
Органолептические показатели (привкус, запах)	Предварительное хлорирование; обработка перманганатом калия; озонирование	Активный уголь, жидкий хлор, перманганат калия, озон
Бактериальные загрязнения	Хлорирование, озонирование	Хлор, гипохлориты, озон, аммиак
Избыток железа	Аэрация, хлорирование., подщелачивание, коагуляция, катионирование	Хлор, известь, сода, коагулянты, перманганат калия
Избыток солей жёсткости	Декарбонизация, известково-содовое умягчение, ионный обмен	Известь, сода, коагулянты (хлорное железо или железный купорос), поваренная соль, серная кислота.

Особое внимание следует уделить реагентам, используемым для процессов коагуляции и флокуляции.

Коагуляция — это особый метод, который можно проще всего охарактеризовать словом «укрупнение». При добавлении коагулянта в состав грязной воды все микроскопические взвеси веществ начнут объединяться, образуя более крупные скопления; в конце концов они станут достаточно большими для фильтрации.

Применяют как неорганические, так и органические коагулянты; в качестве этих веществ чаще всего используют соли железа и алюминия. Коагулирующее действие последних начинается вслед за их растворением, однако не приводит к мгновенному образованию гидроксидов. Образуя промежуточные соединения (гидроокисьюалюминиевые комплексы), такие соли обуславливают изменения, необходимые для нейтрализации коллоидов и инициирования процесса флокуляции.

Наиболее часто применяемые в России коагулянты:

- оксихлорид алюминия  $Al_2(OH)_5Cl \cdot 6H_2O$ . В твердом виде представляет собой зеленоватые кристаллы с содержанием основного

вещества 40...44% по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Поставляется в виде 35%-го раствора (растворы имеют кислую реакцию);

- полиоксихлорид алюминия (массовая доля алюминия — 30%). Коагулянты на основе полиоксихлорида алюминия могут представлять собой следующие сочетания: полиалюминий гидроксид хлорид, алюминий гидроксид хлорид, алюминий оксихлорид, полиалюминий хлорид, полиалюминий гидрохлорид [3];
- неочищенный сернокислый алюминий —  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , сульфаты железа  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , хлорное железо  $\text{FeCl}_3$ .

Флокулянты, названные нами наряду с коагулянтами, служат для ускорения соединения неустойчивых частиц. Благодаря им в воде гораздо быстрее образуются белые хлопья, которые легче отфильтровываются. Флокулянты необходимы для осветления воды, и с их помощью производительность фильтров-осветлителей повышается [4].

**Таблица 2. Основные флокулянты и их характеристики**

Флокулянт	Тип флокулянта	Содержание ионогенных групп, %	Обменная емкость, мг-экв/г
Полимеры акриламида серии АК 636:			
К 1020	Слабокатионный	18...22	1,44
К 555	Сильнокатионный	50...55	3,4
К 580	Сильнокатионный	75...80	4,0
Полимеры акриламида серии АК 631:			
А 930	Среднеанионный	20...30	
А 1510	Слабоанионный	5...10	
Н 150	Неионный	3	
Флокатор 100			
Флокатор 200	Сильнокатионный	100	4.1
Флокатор 109			
ВПК 101	Сильнокатионный	100	4,5
ВПК 402			
Полиакриламид	Слабоанионный	6...8	

Вышеуказанные реагенты достаточно хорошо справляются со своей задачей, обеспечивая качественную очистку воды от различных загрязнений и примесей. Однако существует весьма серьезная проблема утилизации отходов после реагентной обработки. В связи с ней существует, к примеру, опыт обработки осадка серной или соляной кислотами. Данный метод наиболее эффективен среди всех известных способов регенерации: он позволяет вернуть в рабочий цикл до 80%

коагулянта. Среди недостатков этого метода — высокая загрязнённость получаемого коагулянта и его низкая коагулирующая способность, сложное аппаратное оформление процесса, а также большой расход реагентов.

На данный момент информации о методах и способах утилизации продуктов после реагента очистки воды в открытых источниках крайне мало (вероятно, данная информация является закрытой). Ряд источников указывает, что некоторые производства и комплексы, неблагоприятно влияя на нашу планету и не справляясь с проблемой очистки, вывозят мусор и шлам далеко от завода, загрязняют реки и водоемы. Вместо того, чтобы досконально изучить проблему изнутри, такие недобросовестные организации скрывают ситуации загрязнения природы, происходящие по их вине. Из личных источников мы также узнали, что в некоторых фирмах с целью личного использования воды фильтры очищаются и используются вновь, а мусор, шлам и остальные отходы попросту закапывают в лесу. Если подобная ситуация происходит зимой, то производители выкачивают всю воду как из амбаров, так и с остальных сооружений, тем самым создавая «болото».

Анализ литературных данных, а также незначительное количество информации о способах утилизации и переработки отходов после реагентной обработки природных и сточных вод позволяют нам утверждать высокую актуальность и малую исследованность данного вопроса. Вследствие этого авторами данной работы поставлена задача по выполнению лабораторных исследований, проводимых в целях оценки состава и поиска эффективных и безопасных способов переработки постреагентных отходов.

Выражаем надежду, что многие фабрики, заводы и остальные предприятия со временем перестанут халатно относиться к экологии, проявят инициативу и смогут помочь учёным в исследованиях. Исходя из нашего опыта звонков на объекты никто так и не дал вразумительных объяснений на вопросы о том, что остается после фильтрации и куда она исчезает.

#### Список литературы:

1. Г. С. Сафаров, В. Ф. Веклич, А. П. Медведь, И. Д. Юдовский Новая техника в жилищно-коммунальном хозяйстве — Киев : Будівельник, 1988. — 128,[2] с. : ил ; 17 см. — Библиогр.: с. 124—129.
2. Аверина Ю.М., Курбатов А.Ю., Зверева О.В. Экологический метод очистки природной воды // Успехи в химии и химической технологии. 2017. №15 (196).
3. ГОСТ Р 58580-2019. Полиоксихлорид алюминия. Технические условия.

4. Технологические схемы очистки питьевой воды. Расчет и компоновка реагентного хозяйства [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовых проектов / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. ар-хит.-строит. ун-т ; сост. А. В. Приходченко, Д. И. Приходченко, Т. Ф. Рыльцева. — Электронные текстовые и графические данные (0,3 Мбайт). — Волгоград : ВолгГА-СУ, 2016.