

УДК 628.113:628.161/162

И.В.Орловская (6 курс, каф. ЭОП) Л.М.Молодкина, д. ф-м.н. проф.

АНАЛИЗ И МОДИФИКАЦИЯ СХЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ ПОСЕЛКА «КУЗЬМОЛОВСКИЙ»

Работа выполнена в физико-химической лаборатории межфакультетского учебно-научного центра «Мониторинг и реабилитация природных систем».

Потребность в чистой питьевой воде является одной из естественных нужд человека. Возрастание антропогенной нагрузки на окружающую среду приводит к серьезному ухудшению качества поверхностных вод и существенно усложняет процесс их очистки при получении питьевой воды.

Так для станции водоподготовки поселка «Кузьмолловский» была показана экономическая неэффективность использования воды из ближайшего водоисточника (р. Охта). Поэтому станция была переориентирована на Ладожскую воду, подаваемую через многокилометровый трубопровод. Стандартная схема водоподготовки (хлорирование, коагуляция, фильтрация на медленных фильтрах, заключительное хлорирование) давала сравнительно неплохие результаты, а низкая мутность воды послужила причиной сокращения стадии коагуляции. Вместе с тем, согласно имеющимся данным, получаемая питьевая вода не отличается высоким качеством.

В задачи дипломной работы входит: а) выявление причин низкого качества питьевой воды путем сравнительного анализа исходной и очищенной воды, б) экспериментальное обоснование предложений по изменению схемы водоподготовки.

В анализируемых водах определяли гостигруемые и негостигруемые показатели, такие как: активная кислотность (рН), общая кислотность и общая щелочность, мутность и цветность, концентрация железа, жесткость, электропроводность (κ), концентрация (ν) и размеры коллоидных частиц, их электрокинетический потенциал (ζ), концентрация ($C_{ГС}$) и молекулярная масса (M) ионоактивных полиэлектролитов гуминовой природы. При этом использовали методы спектрофотометрии, спектротурбидиметрии, потенциометрического титрования, поточной ультрамикроскопии, микроэлектрофореза, ионообменной, эксклюзионной и адсорбционной хроматографии, мембранной фильтрации.

Из полученных данных видно, что исходная и водопроводная вода весеннего периода отмечается сравнительно низкой мутностью, что соответствует низкой концентрации коллоидных частиц. По значениям волновых экспонентов (n) можно судить о том, что средний размер взвешенных примесей выше для воды осеннего отбора. Невысокие значения электрокинетического потенциала взвешенных примесей Ладожской воды свидетельствуют о том, что они могут подвергаться электролитной коагуляции. Однако исследование электрокинетического поведения и агрегативной устойчивости системы в широком диапазоне (рН=3...9) показало слабую зависимость $\zeta_{ср}$ коллоидных примесей от рН, относительную устойчивость к агрегации и возрастание неоднородности электроповерхностных свойств в щелочных условиях. Из этого были сделаны выводы о том, что коллоидные примеси находятся в стабилизированном состоянии (соединениями гуминовой природы).

Показатель цветности вод, представленный в таблице, оказался более высоким в осенний период. Вместе с тем для природных вод его можно считать низким, а для водопроводной воды, наоборот, соответствующий (или превышающий) предел допустимый ГОСТом. Цветность природной воды определяется наличием соединений железа и компонентов гуминовой природы.

В таблице приведены показатели Ладожской и водопроводной воды, относящиеся к весеннему (май) и осеннему (октябрь) сезонам.

Таблица

№ п/п	Показатель	Ладога (весна 2002 г.)	Ладога (осень 2002 г.)	Водопровод (весна 2002 г.)	Водопровод (осень 2002 г.)	ГОСТ
1	pH	6,3	7,0	7,4	7,1	6,5-8,5
2	$\kappa \cdot 10^4$ $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	0,84	- ¹⁾	0,91	0,89	
3	Жесткость, мг-экв/л	0,70	-	0,68	-	1,5*-7
4	Щелочность, мг-экв/л	0,62	0,64	-	0,53	$\geq 0,5^*$
5	Кислотность, мг-экв/л	0,16	0,11	-	0,12	
6	ζ , мВ	-11	-15	-19	-	
7	Цветность, град	28,0	31,1	17,2	25,0	≤ 20
8	Железо общее, мг/л	0,19	-	0,02	-	0,3
9	Мутность, мг/л	1,4	2,75	0,4	2,3	$\leq 1,5$
10	N	3,9	3,2	3,7	3,0	
11	$C_{ГС}$, мг/л	13		8		
12	M, Да	~700		~700		
13	$\nu \cdot 10^{-7}$ ($d \approx 0,1$ мкм)	1,4	3,8	0,53	4,1	

Примечания: 1) - показатели не определялись; 2) все сокращения расшифрованы в тексте. 3) в последнем столбце таблицы представлены требования ГОСТ к качеству питьевой воды, а также рекомендации медиков (*).

Известно, что с участием гуминовых соединений при хлорировании вод образуются канцерогенные вещества. Как видно из таблицы, примеси гуминовой природы убираются в процессе водоподготовки по совокупности показателей $C_{ГС}$, цветности и с учетом низкой мутности (концентрации коллоидных компонентов).

Был сделан вывод о нецелесообразности электролитной коагуляции Ладожской воды и о необходимости удаления компонентов, обуславливающих цветность (гуминовые соединения). По опыту зарубежных стран это достигается адсорбцией на активированных углях или воздействием ультрафиолетовых лучей.

Для снижения цветности вод мною был опробован метод адсорбционной хроматографии на мезапористом активированном угле на основе ультрадисперсных порошков (АУГ). В эксперименте использовался АУГ-33 (с размером пор $R = 65$ нм). В фильтрате определяли такие показатели качества воды, как мутность, цветность и концентрацию коллоидных частиц. Как результат было отмечено значительное снижение цветности воды (до $1,5^0$), мутности (до 0 мг/л) и концентрации коллоидных частиц (с $3,8 \cdot 10^7$ до $0,8 \cdot 10^6$ част/см³).