

УДК 628.16

## П.Г. БЫКОВА

доцент кафедры водоснабжения и водоотведения  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## О.А. БАКБАРДИНА

магистрант факультета инженерных систем и природоохранного строительства  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

### СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СХЕМЕ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ПРИ ЗАБОРЕ ВОДЫ ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩА

METHODS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF WORK OF CLEANSING WATERWORKS AT TWO TO THE STEP  
CHART OF PREPARATION OF WATER AT THE FENCE OF WATER FROM A STORAGE POOL

*Рассматривается вопрос о возможных методах повышения эффективности работы очистных сооружений при заборе воды из водохранилища. В работе рассмотрено 4 метода:*

1. Реконструкция камеры хлопьеобразования.
2. Замена первичного хлорирования в период цветения воды водоема на УФ-обеззараживание с незначительной обработкой воды гипохлоритом натрия.
3. Замена коагулянта.
4. Углевание воды порошкообразным активированным углем (ПАУ).

**Ключевые слова:** очистные сооружения, методы повышения эффективности, реконструкция, УФ-обеззараживание, коагулянт, гипохлорит натрия.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения города Самары является Саратовское водохранилище.

Насосно-фильтровальная станция (НФС-1) является одним из основных сооружений подготовки воды для населения и промышленных предприятий Самары. Одной из самых крупных очередей является седьмая очередь, проектная производительность которой составляет 320000 м<sup>3</sup>/сут.

В состав седьмой очереди очистных сооружений входят:

- три смесителя;
- три отстойника, с самостоятельно-действующими секциями;
- 13 скорых фильтров с площадью фильтрования 120 м<sup>2</sup> каждый.

*A question is examined about the possible methods of increase of efficiency of work of sewage treatment plants at the fence of water from a storage pool. 4 methods are in-process considered:*

1. Reconstruction of chamber of flocculation.
2. Replacing the primary chlorination during flowering pond water to ultraviolet disinfection with low water treatment with sodium hypochlorite.
3. Replacement of coagulant.
4. Adding to water of powdery absorbent carbon.

**Keywords:** sewage treatment plants, methods of increase of efficiency, reconstruction, ultraviolet disinfection, coagulant, sodium hypochlorite.

Из анализа качества воды до и после очистных сооружений за 2012 год (табл. 1 и 2) видно, что при существующей схеме в очищенной воде образуются такие вещества, как хлороформ, бромдихлорметан, увеличивается содержание сульфатов, сухого остатка и появляется остаточный алюминий. Концентрация этих веществ, а также бактериальных загрязнений в очищенной воде, как правило, не превышает предельно допустимых, но тем не менее влияет на качество воды, а следовательно, и на состояние здоровья людей, пользующихся данной водой.

Повышение эффективности работы очистных сооружений НФС-1 возможно осуществить следующими способами:

1. **Реконструкция камеры хлопьеобразования.** Так как сооружения НФС-1 строились для

очистки воды, забираемой из реки Волги, при содержании в ней взвешенных веществ в паводок до  $400 \text{ мг/дм}^3$  и цветности до 30 град., то при создании Саратовского водохранилища качество воды в поверхностном источнике резко изменилось. Таким образом, в последний год содержание взвешенных веществ в воде в период паводка составляло всего  $7,2 \text{ мг/дм}^3$ , среднемесячное значение цветности -  $35^\circ$ , максимальное значение цветности достигало  $68^\circ$ , резко возросла окисляемость воды, величина которой достигала  $8,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ ; в воде водохранилища присутствуют органические соединения, в том числе нефтепродукты, фенолы, марганец.

При существующей двухступенчатой схеме очистки (отстойники - фильтры) в сложившихся условиях сложно достигать требуемого качества очищенной воды.

Существующие на очистных сооружениях седьмой очереди камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка предназначены для работы в условиях повышенной мутности. В отсутствие центров хлопьеобразования, камеры такой конструкции не могут функционировать в соответствии со своим назначением.

Поскольку мутность исходной воды колеблется в пределах от  $0,4$  до  $4,0 \text{ мг/дм}^3$ , необходима реконструкция камеры хлопьеобразования. Учитывая сложившуюся ситуацию очистки маломутной цветной воды, для повышения эффекта работы существующей двухступенчатой схемы можно установить в камеру хлопьеобразования тонкослойные модули (сотоблоки), которые будут создавать небольшое сопротивление восходящему движению исходной воды, повышая тем самым коэффициент объемного использования сооружений и, соответственно, время проведения в них процессов хлопьеобразования. Также в дополнение можно на трубах, распределяющих исходную воду по площади камеры хлопьеобразования, установить низконапорные, низкоскоростные рециркуляторы. Они в дополнение к сотоблокам способствуют повышению эффективности процессов хлопьеобразования и, соответственно, концентрации слоя взвешенного осадка.

**2. Замена коагулянта.** Для снижения окисляемости воды, цветности необходимо воду подвергать коагулированию. При применении сернокислого алюминия, особенно в зимний период, когда коагуляция проходит вяло, в очищенной воде появляется остаточный алюминий. Предлагается использовать вместо сернокислого алюминия полиоксихлорид

алюминия марки «АКВА-АУРАТ™ 30». Замена применяемого в технологии очистки воды сернокислого алюминия полиоксихлоридом алюминия, позволяет сократить дозу реагента и снизить содержание остаточного алюминия в очищенной воде. По данным производственных испытаний, полиоксихлорид алюминия повышает степень коагуляции даже в холодный период года.

**3. Использование УФ-обеззараживания.** Во избежание образования хлорорганических соединений в воде после очистных сооружений предлагается вместо первичного хлорирования, в период цветения воды водоема, осуществлять обеззараживание ультрафиолетовым облучением с введением незначительной дозы гипохлорита натрия, необходимой для улучшения процесса коагулирования и частичного обеззараживания сооружений.

Для вторичного обеззараживания воды после фильтров предлагается использовать гипохлорит натрия.

**4. Повышение эффективности работы очистных сооружений – углевание воды ПАУ.** На существующих водопроводных очистных сооружениях седьмой очереди НФС-1, как уже отмечалось, применены традиционные методы очистки воды, которые не могут обеспечить необходимую степень очистки при загрязнении ее техногенными химическими токсикантами. В связи с этим возникает необходимость использовать усиленную обработку воды с применением дополнительных методов очистки. Для гарантированного обеспечения населения качественной питьевой водой в периоды экстраординарного загрязнения водоисточника предлагается предусмотреть, в дополнение к существующей традиционной схеме очистки, внедрение системы углевания воды с применением порошкообразного активированного угля (ПАУ).

Основным преимуществом углевания с применением порошкообразного активированного угля (ПАУ) является то, что для реализации этого процесса не требуется значительных капитальных затрат. Введение порошкообразного активированного угля (ПАУ) предлагается применять только в периоды паводка и других экстремальных ситуаций, связанных с резким повышением техногенных загрязнений в воде водоема.

Можно сделать вывод, что предлагаемый метод позволит повысить барьерные функции существующих сооружений и обеспечить качество хозяйственной воды в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода

Таблица 1

Результаты химического анализа исходной воды НФС-1 за 2012 г.

Показатель	Ед.изм.	Январь	Февраль	Март	Авраль	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Окисляемость перманганатная	мгО/дм <sup>3</sup>	6,1	6,1	5,7	6,2	6,4	7,7	8,5	7,5	7,1	6,4	6,4	6,7
Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Бромдихлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Цветность	градусы	18,8	20,2	19,5	22,2	19,8	33	35	30	27	22,5	21,9	26
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	0,6	0,6	0,6	0,61	4	1,37	0,87	1,74	0,87	0,59	0,59	2,34
Взвешенные вещества	мг/л	< 2,0	2,8	2,4	7,2	6,8	3,2	3,4	3,2	< 2,0	2,6	3,2	3,6

Таблица 2

Результаты химического анализа воды РЧВ НФС-1 за 2012 г.

Показатель	Ед. изм.	Январь	Февраль	Март	Авраль	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Окисляемость перманганатная	мгО/дм <sup>3</sup>	3,6	3,92	3,44	3,92	3,6	3,84	3,84	3,8	4	4	4	3,84
Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	0,082	0,095	0,094	0,095	0,099	0,098	0,097	0,098	0,098	0,098	0,098	0,095
Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>	0,042	0,033	0,037	0,041	0,055	0,065	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
Бромдихлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,007	0,008	0,007	0,0075	0,005	0,0065	0,008	0,007	0,008	0,009	0,008
Цветность	градусы	7,2	8,1	7,3	7,4	6,6	8,2	10,3	9,4	11	9,7	9,1	10,5
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58
Взвешенные вещества	мг/л	В данном анализе значения не представлены											

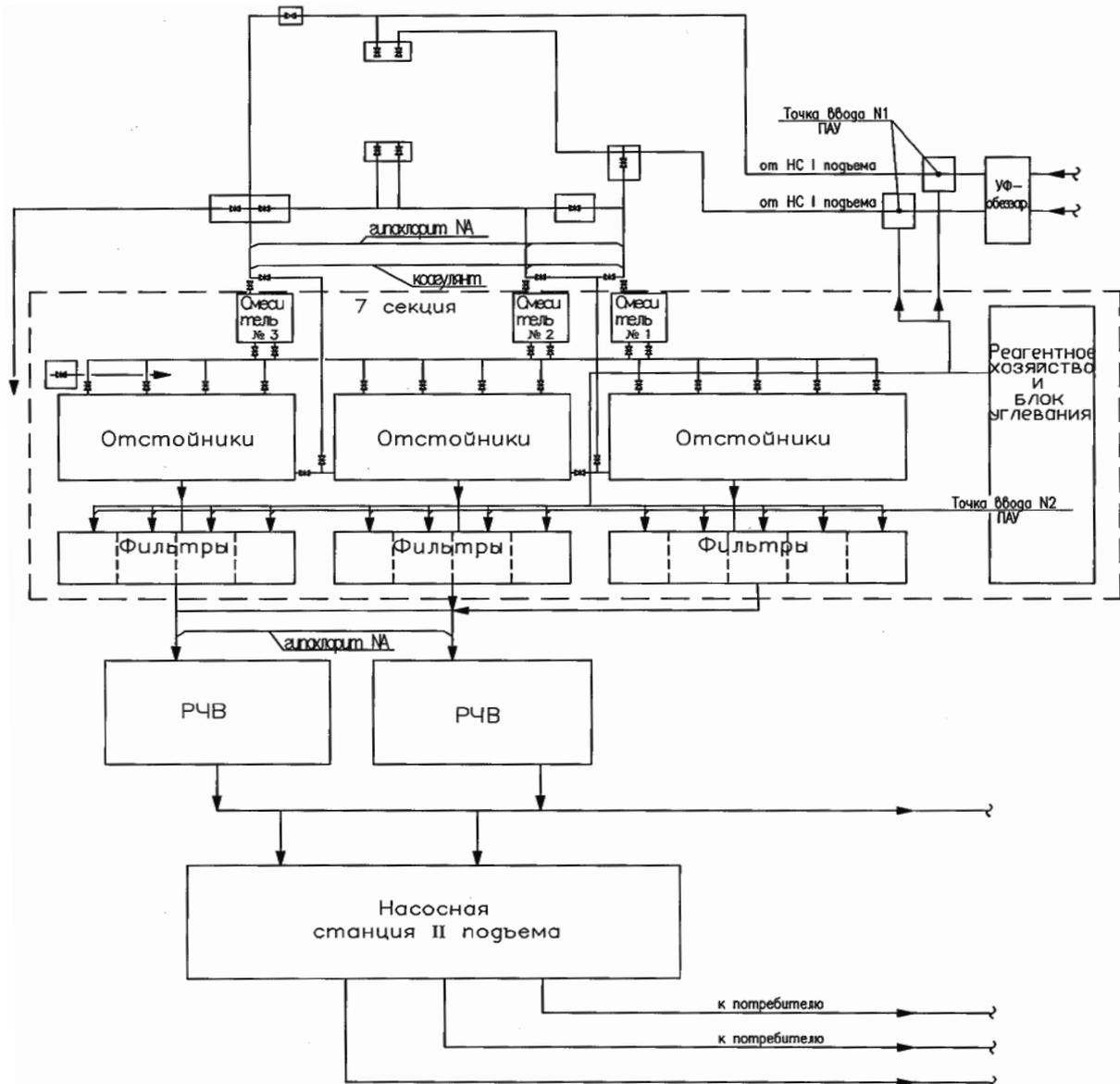


Рис. 1. Принципиальная схема седьмой очереди НФС-1 г.о. Самара после модернизации, с точками ввода ПАУ

питьевая», не прибегая к реконструкции существующих сооружений, связанной со строительством дополнительной ступени фильтров с загрузкой гранулированного активированного угля.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольфтруб, Л.И. Модернизация камер хлопьеобразования, отстойников и осветлителей на станциях водоподготовки [Текст] // Л.И. Вольфтруб, В.М. Корабельников, В.Ф. Егоров, Л.Н. Староселец, С.А. Паничева,

Е.О. Лашманова, С.А. Юнок, Р. Муликов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. - №2.

2. Герасимов, М.М. Современные технологии водоподготовки в г. Челябинске [Текст] // М.М. Герасимов, А.Д. Смирнов, Р.А. Давлятёрова, Л.А. Перемыкина, В.А. Смагин // Водоснабжение и санитарная техника. - 2012. - №8.

© Быкова П.Г., Бакбардина О.А., 2013