

численного эксперимента. Получены показатели стоимости и рассчитаны показатели рентабельности реконструкции жилых домов первых массовых серий. Построены математические модели влияния выбранных факторов на показатель рентабельности реконструкции в виде одно- и двухфакторных диаграмм. Определены зоны эффективных решений на диаграммах, и сделаны выводы об условиях реконструкции подобных домов. Описанная

методика может использоваться для исследования других показателей реконструкции.

Ключевые слова: организационно-технологические факторы; уровни варьирования факторов; численный эксперимент, условия проведения реконструкции; показатели реконструкции; модели реконструкции; зоны эффективных решений.

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-99-1-69-78
УДК 628.16

Душкин С.С., Благодарная Г.И.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
(ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харьков, 61002; e-mail: stanislav.dushkin@kname.edu.ua, thankful@ukr.net,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4655-6197> ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1187-4737>)*

Душкин С.С.

*Национальный университет гражданской защиты Украины
(ул. Чернышевского, 94, г. Харьков, 61023; e-mail: d.akass@ukr.net,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9345-9632>)*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Надежность работы очистных сооружений систем водоснабжения можно значительно повысить путем внедрения научных исследований в области подготовки питьевой воды. Работа предусматривает использование прогрессивных технологий в области очистки воды, что позволяет улучшить такие показатели, как интенсивность отказов, ремонтов и др. Для обоснования повышения надежности работы очистных сооружений используется расчетный и эксплуатационный материалы внедрения ресурсосберегающих технологий при очистке природных вод, что позволяет повысить показатели надежности как отдельных сооружений технологических схем очистки воды, так и всего комплекса водоподготовки. Анализ проектных и эксплуатационных материалов позволяет повысить показатели надежности комплекса очистных сооружений питьевого водоснабжения – последнее нашло отражение в снижении интенсивности отказов и ремонтов в распространенных технологических схемах очистки питьевой воды. Научная новизна. Научно-техническое обоснование повышения надежности работы очистных сооружений в системах питьевого водоснабжения за счет использования научно-исследовательских разработок в области подготовки питьевой воды. Предлагаемый способ повышения надежности очистных сооружений питьевого водоснабжения за счет внедрения научно-исследовательских разработок, что позволяет интенсифицировать процессы очистки воды, снизить расход реагентов.

Ключевые слова: надежность, активация растворов реагентов, модификация кварцевой загрузки, прерывистое электрокоагулирование, интенсивность отказов, интенсивность ремонтов, контактная загрузка.

Вступление. Задача повышения надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения сводится в основном к созданию условий устойчивой работы, исключению аварийных ситуаций, повышению качества осветленной воды и, в конечном итоге, повышению

экономичности работы, как отдельных сооружений технологической схемы, так и работы системы водоснабжения в целом. Одним из важнейших свойств, наиболее полно отражающих сущность надежности – безотказность работы, т.е. свойств объекта непрерывно сохранять работоспособность,

которая может базироваться на данных фактической работы отдельных сооружений систем водоснабжения [1, 2].

Важнейшим элементом в надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения является разработка и внедрение прогрессивных технологий в области очистки воды, что позволит упростить существующие технологии, интенсифицировать процессы очистки воды, улучшить ее качество, снизить расход реагентов и себестоимость очищенной воды [3, 4].

Материалы и методы исследований. В настоящее время особое внимание уделяется повышению надежности процесса подготовки питьевой воды, повышению экологической безопасности, разработке новых эффективных методов обработки, внедрению ресурсосберегающих процессов. При этом наиболее перспективными являются методы, связанные с применением технологически обоснованных схем и разработкой новых методов, которые позволяют не только повышать эффективность водоподготовки, но и экологическую безопасность питьевой воды, важнейшим элементом которой является микробиологический состав питьевой воды.

Разработали и прошли опытно-промышленную проверку на очистных сооружениях водопровода ресурсосберегающие технологии очистки природных вод [5-9].

- Активированные растворы реагентов;
- Модификация кварцевой загрузки;
- Прерывистое электрокоагулирование;
- Введение контактной загрузки в зону реакции сооружений для очистки воды.

Использование активированных растворов реагентов, технология и устройство для реализации защищены патентами и достаточно полно освещены в технической литературе [10, 11].

На основании исследований установлено, что улучшение физико-химических условий коагуляции примесей при подготовке питьевой воды вызвано снижением агрегативной устойчивости коллоидных

систем и увеличением адсорбционной емкости гидроксида алюминия, что позволяет интенсифицировать процесс коагуляции при подготовке питьевой воды.

Таблица 1 Влияние активированного раствора сульфата алюминия на эффективность осветления воды

Содержание взвешенных веществ в осветляемой воде, мг/дм ³	Остаточное содержание взвешенных веществ, мг/дм ³		Эффект осветления воды, %
	обычный раствор коагулянта	активированный раствор коагулянта	
25	3,3	2,6	126,9
50	3,8	2,9	130,0
100	3,5	2,5	140,0
150	3,2	2,0	160,0
200	3,9	2,6	150,0
250	4,6	3,1	148,4
300	5,2	4,1	126,8

Примечания: 1. Гидравлическая крупность коагулированной взвеси 0,2мм/с.
 2. Качественные показатели исследуемой воды: взвешенные вещества, мг/дм³ – 10,5-14,8; температура, °С – 2,5-6,5; цветность, град. ПКШ – 35-42; рН – 7,2-7,5; общая жесткость, моль/дм³ – 2,95-3,15; щелочность, моль/дм³ – 2,3-2,8

Обработка воды активированным раствором коагулянта позволяет увеличить гидравлическую крупность коагулированной взвеси. Наибольшее влияние оказывает активированный раствор коагулянта на гидравлическую крупность взвеси 0,2 мм/с и более, что подтверждается опытными данными, приведенными в таблице 1.

Экспериментально определено, что обработку воды активированным раствором коагулянта целесообразно выполнять при содержании в осветляемой воде взвешенных веществ до 100-250 мг/дм³. Цветность осветляемой воды при обработке активированным раствором коагулянта сульфата алюминия, не зависит от содержания взвешенных веществ и в 1,5-1,6 раза ниже цветности, определяемой при использовании обычного раствора коагулянта.

Использование активированных растворов коагулянта сульфата алюминия позволяет снизить расчетные дозы коагулянта в среднем на 25-30 %, увеличить пропускную способность фильтров в среднем на 40 %, уменьшить остаточное содержание алюминия в осветленной воде в среднем на 45-50 %, повысить экологическую безопасность питьевой воды.

Установлено, что во время обработки воды активированным раствором коагулянта сульфата алюминия интенсифицируется процесс фильтрования воды: продолжительность защитного действия загрузки и время достижения предельной потери напора увеличиваются в среднем на 21-32 %. Разработана математическая модель прогнозирования эффективности осветления воды при использовании активированного раствора коагулянта сульфата алюминия.

При модификации фильтрующий материал обрабатывают различными реагентами так, чтобы на поверхности зерен образовалась пленка из веществ, физико-химические свойства которых изменяются за счет адгезии. При подготовке питьевой воды целесообразно применять алюмосодержащие реагенты и флокулянты, разрешенные к использованию при подготовке питьевой воды [12, 13].

Анализ результатов исследования по модификации кварцевой загрузки скорых фильтров позволяет повысить качество фильтрата, что подтверждается опытными данными, приведенными в таблице 2.

Так, при обычном фильтровании мутность фильтрата составляет 2,46 мг/дм³, а при модификации раствором коагулянта сульфата алюминия в течение 1 мин – 1,52 мг/дм³, т.е. наблюдается повышение качества фильтрата на 61,8%. Цветность фильтрата при обычном фильтровании составляет 27 град. ПКШ, а при модификации загрузки в течении 1 мин 21 град. ПКШ, т.е. имеет место снижение цветности на 28,5%.

Модификация кварцевой загрузки позволяет интенсифицировать процессы осветления воды, снизить расходы реагентов в среднем на 40-50 % с получением воды необходимого качества, при этом

себестоимость осветленной воды уменьшается на 25-30 % [14].

Прерывистое электрокоагулирование – технологический процесс очистки воды, при котором время от времени прекращается поступление электрогенерированного реагента (металла) в воду. Процесс в этом случае происходит в условиях контакта воды с ранее образовавшимися при электрокоагулировании хлопьями гидроксидов [15].

Эффективность прерывистой электрокоагуляции определялась по отношению:

$$\mathcal{E} = \frac{M_p}{M_n} \cdot 100\%$$

где \mathcal{E} – эффективность прерывистой электрокоагуляции, %;

M_p – остаточное содержание взвешенных веществ, цветность осветленной воды, мг/дм³ при непрерывной работе электрокоагулятора, ч;

M_n – то же, при прерывистой коагуляции, ч.

На рис. 1 показано улучшение качественных показателей осветления воды (цветность, содержание взвешенных веществ) при прерывистом электрокоагулировании.

Установлено, что оптимальным соотношением t_p времени работы электрокоагулятора и перерыва в его работе t_n составляет 1:1. Последнее находится в диапазоне проведенных исследований, как по цветности, так и по содержанию взвешенных веществ в осветленной воде.

Анализ проектных и эксплуатационных материалов очистных сооружений водопровода позволил установить, что наибольшее распространение получили следующие технологические схемы осветления и обесцвечивания питьевой воды [16]:

- схема, предусматривающая двухступенчатую обработку воды с коагуляцией примесей, в свободном объеме (камеры реакции, отстойники, фильтры);
- схема, предусматривающая двухступенчатую обработку воды с коагуляцией примесей, в стесненном объеме взвешенного осадка (осветлители с взвешенным осадком, фильтры);

Таблица 2 Влияние модификации кварцевой загрузки фильтров на мутность и цветность фильтрата

Номер фильтроцикла	Вид реагента	Время модификации, t_m , мин	Показатели фильтрата					
			Мутность, мг/дм ³		Цветность, град. ПКШ		Изменение показателей фильтрата, %	
			Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке	Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке	Обычное фильтрование	Фильтрование при модифицированной загрузке
Ф1	Полиакриламид ПАА	1,0	2,08	1,27	25	19	63,3	25,1
Ф2		3,0	1,32	1,41	25	19	58,6	31,5
Ф3		5,0	2,06	1,18	25	18	70,3	38,8
Ф4		6,0	2,22	1,38	25	20	60,8	25,1
К1	Коагулянт сульфата алюминия	1	2,46	1,52	27	21	61,8	28,5
К2		3	2,09	1,35	24	19	54,8	26,3
К3		5	2,33	1,41	25	18	65,2	38,8
К4		6	2,18	1,37	26	20	59,1	30,1

• схема с одноступенчатой обработкой воды с использованием контактной коагуляции.

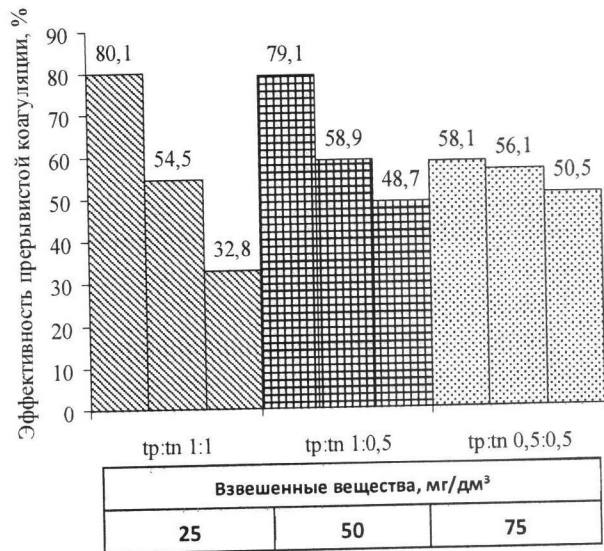
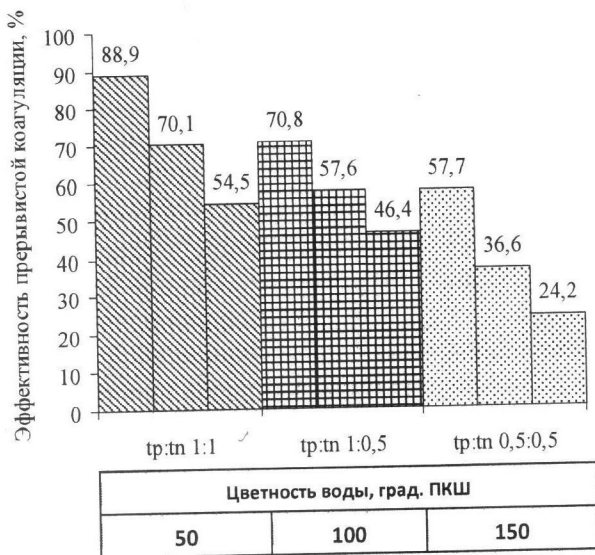
Следует отметить, что в схемах подготовки питьевой воды, предусматривающих коагуляцию примесей в свободном объеме значительны потери напора на фильтрах: последнее вызвано большим гидравлическим сопротивлением, которое оказывает пористая среда фильтров при накоплении в ней задерживаемой взвеси. В технологических схемах с осветлителем со взвешенным осадком также происходит коагуляция, образование хлопьев и их осаждение.

Однако благодаря хорошему контакту поступающей в осветлители воды с ранее образовавшимися хлопьями процесс

коагуляции протекает в этих сооружениях быстрее и полнее.

Образующиеся хлопья оказываются более тяжелыми и осаждаются скорее, чем в отстойниках.

Объем осветлителей со взвешенным осадком меньше, чем объем камеры хлопьеобразования и отстойников вместе взятых. Однако их конструкция, оборудование и эксплуатация сложнее. Вследствие этого при большой производительности очистных сооружений применение осветлителей становится невыгодным. По-видимому, дальнейшее усовершенствование конструкции осветлителей со взвешенным осадком может расширить область их эффективного применения.



t_p – время работы электрокоагулятора, ч;
 t_n – время перерыв в работе электрокоагулятора, ч.

Рис. 1. Улучшение качественных показателей осветления воды при прерывистом электрокоагулировании

В контактных осветлителях процесс коагулирования сочетается с процессом фильтрования. Однако и здесь не простое совмещение разнородных процессов в одном сооружении. В контактных осветлителях вода движется через слой зернистого материала, обычно – через слой песка и гравия. В этих условиях процессы образования хлопьев и их выделения из потока обрабатываемой воды протекают без разрыва во времени, как это имеет место в рассмотренных выше технологических схемах. Хлопья образуются на поверхности зерен фильтрующего материала в результате выделения из воды взвешенных частиц и их закрепления на зернах фильтрующего материала под действием сил прилипания.

Объем очистных сооружений и занимаемая ими площадь значительно меньше, чем в двух рассмотренных ранее схемах. Однако контактные осветлители могут успешно работать при сравнительно небольшом содержании взвеси в обрабатываемой воде, что ограничивает область их применения.

Результаты исследований, обсуждение их. При выполнении исследований были использованы опыт эксплуатации пилотных установок для очистки воды в г. Краматорске (камера реакции, отстойники, фильтры), в г. Светловодске (осветлители со взвешенным осадком, фильтры) и в г. Запорожье (контактные осветлители). При обычной подготовке питьевой воды и при выполнении научно-исследовательских разработок (НИР), все элементы (сооружения технологических схем) были разбиты на 2 группы:

1 группа – камеры реакций, отстойники, фильтры, осветлители со взвешенным осадком, контактные осветлители;

2 группа – реагентное хозяйство, смесители, резервуары чистой воды (РЧВ), устройства для обеззараживания воды (хлораторы ЛОНИИ-100), трубопроводы и арматура очистных сооружений.

Методика определения показателей надежности осуществлялась по аналогии с любой технологической схемой [18, 19].

Результаты выполненных исследований приведены в таблице 3 и 4.

Анализ показателей надежности основных элементов технологических схем очистных сооружений водопровода зависит от эффективности использования научных разработок, внедренных в технологические процессы очистки воды, так интенсивность отказов фильтров при внедрении НИР уменьшается в среднем на 15 %, осветлители со взвешенным осадком – в среднем на 20-25 % и т.д.

Таблица 3 Показатели надежности комплекса очистных сооружений водопровода

№ п/п	Тип технологической схемы	Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^4$ при $\delta = 95$ (среднее значение)		Интенсивность ремонтов $\mu \cdot 10^2$ при $\delta = 95$, 1/час (среднее значение)	
		Обычная очистка	Очистка с учетом внедрения НИР	Обычная очистка	Очистка с учетом внедрения НИР
1	Двухступенчатая схема с коагуляцией в свободном объеме	0,12	0,10	0,45	0,31
2	Двухступенчатая схема с коагуляцией примесей в стесненном объеме взвешенного осадка	0,14	0,08	0,85	0,62
3	Одноступенчатая схема с использованием контактной коагуляции	0,4	0,26	0,64	0,5

Определение показателей надежности комплексов очистных сооружений, включающих показатели надежности каждого блока смесителей камер реакций осветлителей со взвешенным осадком и др. (табл. 3) по общепринятой методике [20]. Интенсивность отказов и ремонтов комплекса очистных сооружений при внедрении НИР более низкие, чем при обычной подготовке воды. Так, при одноступенчатой схеме с использованием контактной коагуляции интенсивность отказов при обычной очистке и с учетом внедрения НИР составляет, соответственно, 0,4 и 0,26, а интенсивность ремонтов, соответственно, 0,64 и 0,5.

Сравнение показателей надежности основных и вспомогательных элементов технологических схем показывают, что улучшение показателей надежности основных элементов более высокие, чем вспомогательных (табл. 4).

Выводы

1. Важным элементом надежности работы очистных сооружений систем водоснабжения является разработка и внедрение прогрессивных технологий на объектах водоподготовки, что позволяет интенсифицировать процессы очистки воды, улучшить ее качество и в конечном итоге, повысить безотказность работы сооружений, снизить себестоимость очистки воды.

2. Показатели надежности работы очистных сооружений зависят от технологической схемы и состава сооружений.

3. Установлено, что внедрение научных исследований в процессах водоподготовки позволяет повысить показатели надежности как одиночных сооружений технологических схем очистки воды, так и всего комплекса водоподготовки.

4. Следует продолжать исследования по данному направлению с учетом показателей осветляемой воды.

Таблица 4 Показатели надежности водопроводных очистных сооружений

№ н/п	Наименование элементов технологической схемы	Тип технологической схемы									
		Двухступенчатая схема очистки воды (камеры реакций, отстойники, фильтры)				Двухступенчатая схема очистки воды (осветлители со взвешенным осадком, фильтры)				Одноступенчатая схема очистки воды (контактные осветлители)	
		Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^4$ при $\delta = 95$									
		λ min		λ max		λ min		λ max		λ min	
Обычная очистка	Внедрение НИР	Обычная очистка	Внедрение НИР	Обычная очистка	Внедрение НИР	Обычная очистка	Внедрение НИР	Обычная очистка	Внедрение НИР	Обычная очистка	Внедрение НИР
Основные элементы технологической схемы											
1	Камеры реакций	0,08	0,01	0,12	0,01	-	-	-	-	-	-
2	Отстойники	0,08	0,05	0,12	0,08	-	-	-	-	-	-
3	Фильтры	0,12	0,1	0,21	0,18	0,12	0,10	0,26	0,19	-	-
4	Осветлители со взвешенным осадком	-	-	-	-	0,14	0,11	0,22	0,18	-	-
5	Контактные осветлители	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,11
Вспомогательные элементы технологической схемы											
6	Реагентное хозяйство	0,02	0,01	0,14	0,11	0,02	0,01	0,14	0,11	0,02	0,01
7	Смесители	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	Резервуар чистой воды (РЧВ)	0,11	0,09	0,12	0,11	0,11	0,09	0,12	0,11	0,11	0,09
9	Обеззараживание воды (хлор)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
10	Трубопроводы	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
11	Арматура	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

1. Василенко, А.А. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения [Текст]: учеб. пособие / А. А. Василенко, П. А. Грабовский, Г. М. Ларкина, А. В. Полищук, В. И. Прогульный. – Киев – Одесса: КНУСА, ОГАСА. – 2007. – 307 с.
2. Драгинский, В. Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод [Текст]: науч. изд. / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева, С. В. Гетьманцев. – М.: Наука, 2005. – 576 с.
3. Душкин, С. С. Исследования процессов очистки питьевой воды на скорых фильтрах с использованием активированного раствора коагулянта [Текст] / С. С. Душкин //
4. Наук. вісник будівництва: зб. наук. праць, № 2(84) – Х.: ХНУБА, 2016. – С. 323-329.
5. Яркін, В.А. Методи підвищення ефективності змішування з реагентом на очистних спорудах водопостачання [Текст] / В. А. Яркін, С. М. Епоян, С. П. Бабенко // Наук. вісник будівництва: зб. наук. праць, №4 (90). Х.: ХНУБА, 2017. – С. 153-157.
6. Душкин, С.С. Очистка маломутных вод высокой цветности активированным раствором коагулянта [Текст] / С. С. Душкин // Науковий вісник будівництва: наук.-техн. зб. – Харків: ХНУБА. ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 71. – С. 410-416.
7. Пат. 118596 Україна, МПК (2017.01) C02F 1/48. Спосіб очистки природних і стічних вод. / Душкін С.С., Благодарна Г.І., Коваленко О.М., Євдошенко В.В., Гресь О.В.; заявник та власник ХНУМГ ім. О.М. Бекетова – № а 2017 02868; заявл. 27.03.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.
8. Душкин, С.С. Модификация кварцевой загрузки скорых фильтров [Текст] / С. С. Душкин // Збірка доповідей ЕТЕВК-2019 Міжнародний конгрес та технічна виставка. – Київ:
9. ДП «НДКТИ МГ», 2019, С. 118–123.
10. Дикаревский, В.С. Получение модифицированных фильтрующих материалов для безреагентной очистки воды фильтрованием [Текст] / В. С. Дикаревский, Е. Г. Петров. – Ровно: УИИВХ, 1983. – С. 15.
11. Найманов, А. Я. Водоснабжение [Текст] / А. Я. Найманов, С.Б. Никиша,
12. Н. Г. Насонкина, Н. П. Омельченко, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов, А. А. Найманова. – Донецк: ООО «Норд Комп'ютер», 2006. – 654 с.
13. Эпоян, С. Снижение агрегативной устойчивости коллоидной примеси природных вод активированным раствором коагулянта сульфата алюминия [Текст] / С. Эпоян, С. Душкин // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszow, 2013. – Vol. 15. – No 5. – P. 11-16.
14. Благодарная, Г. И. Интенсификация работы скорых фильтров очистных сооружений водопровода г. Краматорска [Текст] // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 29. – К.: Техніка, 2001. – С. 3-5.
15. Dushkin S. S. Intensification of the work of contact clarifiers of drinking water preparation. Journal of Water and Land Development / S. S. Dushkin, S.Y. Martynov,
16. S. S. Dushkin. – 2019. – №. 41 (IV–VI). – p. 55–60. DOI: 10.2478/jwld-2019-0027.
17. Василенко, С. Л. Надійність роботи фільтрувальних станцій в умовах ризику аварій на джерелах водопостачання [Текст] / С. Л. Василенко, В. М. Волков, В. Д. Колотило // Збірка доповідей ЕТЕВК-2019 Міжнародний конгрес та технічна виставка. – Київ:
18. ДП «НДКТИ МГ», 2019, С. 103–107.
19. Волошкіна, О. С. Питання екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів [Текст] / О. С. Волошкіна, Є. О. Яковлев, В. М. Удод. – К.: Ін-т проблем національної безпеки, 2007. – 139 с.
20. Душкин, С.С. Прерывистое электрокоагулирование [Текст] / С. С. Душкин,
21. Т. А. Шевченко, С. С. Душкин // Виробничо-практичний журн. Водопостачання, водовідведення, №6. – Київ, 2016. – С. 49–51.
22. Ткачук О.А. Системи подачі та розподілення води населених пунктів / О.А. Ткачук. – Рівне: НУВГП, 2011. 273 с.
23. Найманов А. Я. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства [Текст] / А. Я. Найманов, Н. Г. Насонкина, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов –

Донецк: ІЗП НАН України, 2001. – 152 с.

24. Ильин, Ю. А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования [Текст] /

25. Ю. А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.

26. Абрамов, Н. Н. Надежность систем водоснабжения [Текст] / Н. Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1979. – 168 с.

27. Переверзев, Е. С. Надежность и испытания технических систем. – К.: Наук. Думка, 1990. – 328 с.

Душкін С. С., Благодарная Г. І., Душкін С. С. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ Надійність роботи очисних споруд систем водопостачання можна значно підвищити шляхом впровадження наукових досліджень в області підготовки питної води. Робота передбачає використання прогресивних технологій в області очищення води, що дозволяє поліпшити такі показники, як інтенсивність відмов, ремонтів та ін. Для обґрунтування підвищення надійності роботи очисних споруд використовується розрахунковий та експлуатаційний матеріали впровадження ресурсозберігаючих технологій при очищенні природних вод, що дозволяє підвищити показники надійності як окремих споруд технологічних схем очищення води, так і всього комплексу водопідготовки. Аналіз проектних та експлуатаційних матеріалів дозволяє підвищити показники надійності комплексу очисних споруд питного водопостачання – останнє знайшло відображення у зниженні інтенсивності відмов і ремонтів в поширених технологічних схемах очищення питної води. Науково-технічне обґрунтування підвищення надійності роботи очисних споруд в системах питного водопостачання за рахунок використання науково-дослідних розробок в галузі підготовки питної води. Запропонований спосіб підвищення надійності очисних споруд питного водопостачання за рахунок впровадження науково-дослідних розробок, що дозволяє інтенсифікувати

процеси очищення води, знизити витрату реагентів.

Ключові слова: надійність, активація розчинів реагентів, модифікація кварцового завантаження, переривчасте електрокоагулювання, інтенсивність відмов, інтенсивність ремонтів, контактне завантаження.

Dushkin S. S., Blahodarna H.I., Dushkin S. S. IMPROVING THE RELIABILITY OF THE TREATMENT FACILITIES OF WATER SUPPLY SYSTEMS The reliability of the treatment facilities of water supply systems can be significantly improved through the introduction of scientific research in the field of drinking water treatment. The work involves the use of advanced technologies in the field of water treatment, which allows to improve indicators such as failure rate, repairs, and other methods. To justify the increase in the reliability of wastewater treatment plants, the calculated and operational materials of the introduction of resource-saving technologies in the treatment of natural waters are used, which allows to increase the reliability indicators of both individual structures of technological schemes for water treatment and the entire water treatment complex. The analysis of design and operational materials allows to increase the reliability indicators of the complex of drinking water supply treatment plants – the latter is reflected in a decrease in the failure rate and repairs in common technological schemes for drinking water treatment. Scientific novelty. Scientific and technical justification for improving the reliability of wastewater treatment plants in drinking water supply systems through the use of research and development in the field of drinking water treatment. The proposed method for improving the reliability of drinking water treatment plants through the introduction of research and development, which allows to intensify the processes of water treatment, reduce the consumption of reagents.

Keywords: reliability, activation of reagent solutions, modification of quartz loading, intermittent electrocoagulation, failure rate, repair rate, contact loading.