

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА ПОЛИМЕРНОГО КОАГУЛЯНТА  
НА ОСНОВЕ ДИЦИАНДИАМИДА****М.Ю. Бабкин, Д.В. Филиппов, О.В. Захаров, А.А. Гущин, А.А. Агеева**

Михаил Юрьевич Бабкин (ORCID 0009-0007-4732-6058), Дмитрий Вячеславович Филиппов (ORCID 0000-0001-5296-2883)\*, Андрей Андреевич Гущин (ORCID 0000-0003-2655-1671), Анастасия Александровна Агеева (ORCID 0009-0006-0000-2649)

Ивановский государственный химико-технологический университет, пр. Шереметевский, 7, Иваново, 153000

E-mail: babkin@ekopromtekhn.ru, filippov@isuct.ru\*

Олег Владимирович Захаров (ORCID 0009-0002-4281-5198)

ООО «Технолайн», Егорьевский проезд, д.2А, стр.1А, Москва, Российская Федерация, 109382

E-mail: zakharov@ekopromtekhn.ru

*Разработан метод получения эффективного полимерного коагулянта на основе дициандиамида, который может быть широко использован для процессов очистки сточных вод текстильных производств. В основе синтеза лежит химическая реакция сополимеризации дициандиамида и формальдегида. Оптимизация способа получения вещества проведена с учетом необходимости получения линейного полимера с минимальным количеством разветвлений, наличием достаточного количества положительно заряженных ионогенных групп и минимизации вклада побочных процессов, снижающих эффективность работы коагулянта, таких как деаминирование дициандиамида, циклизация моно- и диметилпроизводных дициандиамида, а также преждевременного блокирования метилольных групп метанолом. В ходе работы проведен С,Н,N-анализ сухого остатка синтезированного коагулянта после предварительного испарения воды и сушки до постоянной массы. Показано, что ИК спектр полученного образца соответствует спектру дициандиамидоформальдегидной смолы и характеризуется наличием более широких полос вследствие полимерного характера коагулянта, а также увеличением интенсивности полосы в высокочастотной области из-за появления связей О-Н и существенным снижением интенсивности полосы валентных колебаний связи С≡N. Полученный ЯМР спектр коагулянта дает возможность предполагать полиэлектролитный характер синтезированного вещества. Определены основные характеристики полученного образца коагулянта: сухой остаток, плотность, электрическая проводимость, вязкость и рН. Исследован характер действия коагулянта на реальные стоки текстильно-отделочных производств Ивановской области. После обработки полученным образцом все основные контролируемые параметры эффективности водоочистки соответствуют разрешенным значениям ПДК. Установлено, что синтезированный многофункциональный коагулянт на основе дициандиамида обладает высокой степенью обесцвечивания красителей.*

**Ключевые слова:** многофункциональный полимерный коагулянт, дициандиамид, синтез, обесцвечивание, текстильные производства

**Для цитирования:**

Бабкин М.Ю., Филиппов Д.В., Захаров О.В., Гущин А.А., Агеева А.А. Разработка метода синтеза полимерного коагулянта на основе дициандиамида. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2023. Т. 66. Вып. 8. С. 129–134. DOI: 10.6060/ivkkt.20236608.6779.

**For citation:**

Babkin M.Yu., Filippov D.V., Zakharov O.V., Gushchin A.A., Ageeva A.A. The synthesis method development of polymeric coagulant based on dicyandiamide. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 8. P. 129–134. DOI: 10.6060/ivkkt.20236608.6779.

**THE SYNTHESIS METHOD DEVELOPMENT  
OF POLYMERIC COAGULANT BASED ON DICYANDIAMIDE**

**M.Yu. Babkin, D.V. Filippov, O.V. Zakharov, A.A. Gushchin, A.A. Ageeva**

Mikhail Yu. Babkin (ORCID 0009-0007-4732-6058), Dmitry V. Filippov (ORCID 0000-0001-5296-2883), Andrey A. Gushchin (ORCID 0000-0003-2655-1671), Anastasia A. Ageeva (ORCID 0009-0006-0000-2649)

Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetevskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russia

E-mail: babkin@ekopromtekh.ru, filippov@isuct.ru\*

Oleg V. Zakharov (ORCID 0009-0002-4281-5198)

Technoline LLC, Egoryevsky pr., 2A, bld. 1A, Moscow, 109382, Russia

E-mail: zakharov@ekopromtekh.ru

*The method for obtaining an effective polymeric coagulant based on dicyandiamide has been developed. Coagulant can be widely used for wastewater treatment processes in textile industries. The synthesis is based on the chemical reaction of copolymerization of dicyandiamide and formaldehyde. The optimization of the method for obtaining the substance was carried out taking into account the need to obtain a linear polymer with a minimum number of branches, the presence of a sufficient number of positively charged ionogenic groups and minimization of the contribution of side processes that reduce the efficiency of the coagulant, such as deamination of dicyandiamide, cyclization of mono- and dimethylol derivatives of dicyandiamide, as well as premature blocking methylol groups with methanol. In the course of the work, C, H, N-analysis of the dry residue of the synthesized coagulant was carried out after preliminary evaporation of water and drying to constant weight. It is shown that the IR spectrum of the obtained sample corresponds to the spectrum of dicyandiamide-formaldehyde resin and is characterized by the presence of wider bands due to the polymeric nature of the coagulant, as well as an increase in the intensity of the band in the high-frequency region due to the appearance of O-H bonds and the existing -significant decrease in the intensity of the band of stretching vibrations of the C≡N bond. The obtained NMR spectrum of the coagulant makes it possible to assume the polyelectrolyte nature of the synthesized substance. The main characteristics of the obtained coagulant sample were determined: dry residue, density, electrical conductivity, viscosity and pH. The nature of the effect of the coagulant on the real drains of the textile and finishing industries of the Ivanovo region, has been studied. After treatment with the obtained sample, all the main controlled parameters of the water treatment efficiency correspond to the permitted MPC values. It has been established that the synthesized multifunctional coagulant based on dicyandiamide has a high degree of dye discoloration.*

**Key words:** multifunctional polymeric coagulant, dicyandiamide, synthesis, bleaching, textile production

**ВВЕДЕНИЕ**

Загрязнение окружающей среды, в частности водных ресурсов, представляет собой реальный фактор, существенно влияющий на качество жизни человека [1-5]. Известно, что до 60% природных вод подвергается антропогенному воздействию в результате сброса сточных вод [6-8]. Очистка последних, особенно стоков текстильной промышленности, представляет в настоящее время

серьезную проблему [9-14]. Для очистки промышленных вод от красителей широко применяются коагулянты на основе алюминия, железа, а также ряд полимерных коагулянтов [15-19]. Значительная часть используемых реагентов не позволяет достичь высокой степени очистки и, прежде всего, обесцвечивания стока [20-22]. Поэтому работы, направленные на разработку новых полимерных коагулянтов, эффективно очищающих стоки и удовлетворяющих критериям экологической и биологической безопасности, являются актуальными.

Цель данного исследования заключалась в разработке метода синтеза на основе дициандиамида (ДЦДА) – эффективного многофункционального полимерного коагулянта, обладающего высокой степенью обесцвечивания красителей для очистки сточных вод текстильных производств.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В ходе исследования был разработан способ получения сополимера на основе ДЦДА и формальдегида.

Оптимизация синтеза проведена с учетом необходимости получения линейного полимера с минимальным количеством разветвлений, наличием достаточного количества положительно заряженных ионогенных групп и минимизации вклада побочных процессов, снижающих эффективность коагулянта, таких как деаминирование ДЦДА, циклизация моно- и диметилпроизводных ДЦДА, преждевременного блокирования метилольных групп метанолом и т.д. Во время протекания первой стадии процесса синтеза коагулянта происходит образование моно-, а затем диметилольных производных ДЦДА и их поликонденсация, катализируемая хлоридом аммония.

Затем следует введение соляной кислоты, после чего на второй стадии осуществляются последовательные реакции гидролиза нитрильной группы и протонирование образовавшейся гуанидиновой  $-C=N-$  связи. Об этом свидетельствует снижение интенсивности валентных колебаний связи  $-C=N$  по мере протекания процесса. Одновременно в кислой среде происходит блокирование концевых метилольных групп за счет их этерификации присутствующим в формалине метанолом, что обеспечивает стабилизацию смолы.

Следует отметить, что возможно протекание побочных процессов, способных оказать влияние на параметры конечного продукта. Так, в кислой среде возможна реакция деаминирования ДЦДА, снижающая общую концентрацию функциональных аминогрупп. Кроме того, побочные реакции могут осуществляться в кислой среде и с участием метилольных производных ДЦДА, их этерификация и циклизация при дегидратации. Оба этих процесса будут сопровождаться снижением молекулярной массы образующейся смолы, накоплением ненужных низкомолекулярных веществ и, естественно, уменьшением эффективности коагулянта. Поэтому целью оптимизации синтеза явилось обеспечение таких условий проведения процесса, которые способствуют протеканию основных реакций и ингибированию побочных.

В синтезе использован ДЦДА с содержанием основного вещества 99,5%. Квалификация остальных компонентов была «химически чистый». Какой-либо дополнительной подготовки реагентов не проводилось. Формалин технический в соответствии с ГОСТ 1625-2016 марки ФМ содержит 36,5-37,5% основного вещества и 4-8% метанола. Формалин, не стабилизированный метанолом, при хранении подвергается полимеризации с образованием параформа, выпадающего в осадок, что оказывает негативные последствия на функциональные свойства продукта. Метанол участвует в процессе стабилизации полимера из-за блокирования концевых метилольных групп.

В табл. 1 приведена рецептура загрузки для реализации оптимального синтеза коагулянта на основе ДЦДА и формальдегида.

Таблица 1

Рецептура загрузки  
Table 1. Loading recipe

Компонент	Массовые части
Формалин (35,4%)	100
ДЦДА	50
Хлористый аммоний	8
Соляная кислота (21%)	40

В ходе синтеза авторами впервые получен коагулянт на основе ДЦДА и формальдегида, который представляет из себя линейный полимер с минимальным количеством разветвлений.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее информативными методами изучения структуры полимеров является элементный анализ, ИК и ЯМР-спектроскопия. В связи с этим был проведен С,Н,N-анализ сухого остатка образца синтезированного коагулянта, полученного путем испарения воды и сушки до постоянной массы. Данные элементного анализа представлены в табл. 2. ИК спектры фиксировали на приборе «IR-Affinity-1S» в области  $400-4000\text{ см}^{-1}$  с использованием приставки НПВО для анализа в средней и дальней ИК областей Specac Quest ATR Accessory GS10800 Sevies. Визуализацию спектров и их анализ осуществляли при помощи программного обеспечения LabSolutions IR. Результаты ИК спектра чистого дициандиамида и полученного коагулянта приведены на рис. 1, спектры  $^1\text{H}$  ЯМР в  $\text{DMSO-d}_6$  были получены с использованием спектрометра «Avance 500 (Bruker)».

ИК спектр ДЦДА (рис. 1) содержит ряд полос характеристических валентных колебаний связей N-H ( $3700-3000\text{ см}^{-1}$ ), включенных в водородную

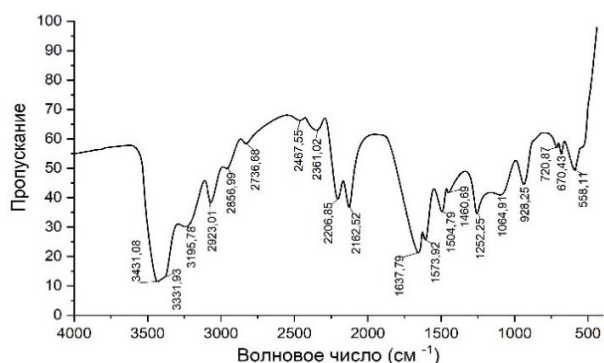
связь, С-Н (3000-2800 см<sup>-1</sup>) и С≡N (2300-2100 см<sup>-1</sup>). Особенностью спектра является расщепления полосы С≡N на две: 2207 и 2163 см<sup>-1</sup>, что может быть обусловлено наличием изомеров и внутримолекулярной Н-связи в молекуле ДЦДА. ИК спектр полученного коагулянта соответствует спектру дициандиамидоформальдегидной смолы и отличается от спектра чистого ДЦДА наличием более широких полос вследствие полимерного характера коагулянта, увеличением интенсивности полосы в высокочастотной области из-за появления связей О-Н и существенным снижением интенсивности полосы валентных колебаний связи С≡N.

Таблица 2

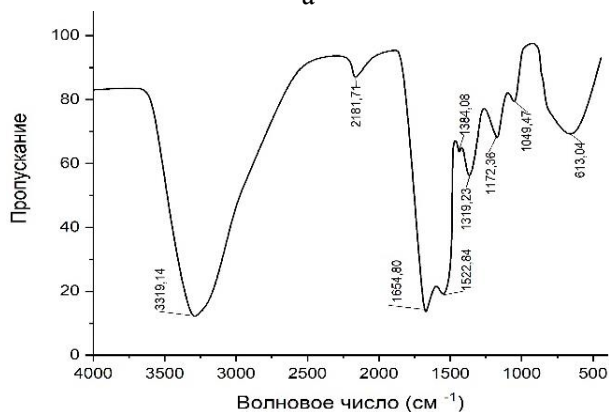
Данные элементного анализа полученного коагулянта

Table 2. Elemental analysis data of the resulting coagulant

%C	%H	%N	%Cl <sup>-</sup>
26,80	5,47	39,68	10,1



а



б

Рис.1. ИК спектр дициандиамида – а) и полученного на его основе коагулянта – б)

Fig. 1. IR spectrum of dicyandiamide – а) and coagulant derived from it – б)

В спектре ЯМР ДЦДА кроме сигналов остаточных протонов растворителя (2,5 м.д.) и воды (3,5 м.д.) имеется сигнал N-H протонов (4 -

5,5 м.д.), уширенный вследствие квадрупольной релаксации на ядрах <sup>14</sup>N, на фоне которого проявляются хорошо разрешенные сигналы примесей. Спектр полученного полимерного коагулянта характеризуется появлением группы широких и узких сигналов в слабом поле (6-9 м.д.). Дезэкранирование протонов обусловлено снижением электронной плотности на ядрах, что может быть связано с появлением положительных зарядов на фрагментах макромолекул. Это дает возможность предполагать полиэлектролитный характер синтезированного коагулянта на основе ДЦДА.

По стандартным методикам определены основные характеристики полученного образца коагулянта: сухой остаток [23], плотность, электрическая проводимость, вязкость и рН, результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Основные характеристики синтезированного коагулянта

Table 3. Synthesized coagulant main characteristics

Сухой остаток, %	Плотность, г/мл	Электрическая проводимость, См	рН	Вязкость, СПз
Средние референтные значения по ряду полимерных органических коагулянтов [24]				
45-55	1,10-1,20	-	3-6	10-400
Характеристики синтезированного коагулянта на основе ДЦДА				
50	1,17	0,0554	3,00	29,2

Эффективная коагуляция дисперсных систем в зависимости от природы коагулянта возможна при правильной оценке факторов обеспечения агрегативной устойчивости дисперсий, подвергаемых коагуляции [25]. Для оценки эффективности и качества работы синтезированного коагулянта проведена обработка реальных стоков ряда текстильных производств Ивановской области.

Предварительно было проведено изучение знака и величины электрокинетического потенциала сточных вод текстильного отделочного производства с использованием анализатора «Photocor Zeta PALS». Полученное значение ζ = -9,86±(-1,76) мВ указывает на то, что исследуемая дисперсия стабилизирована двойным электрическим слоем, поверхность частиц дисперсной фазы заряжена отрицательно, а значения ζ-потенциала невелики.

Полученные результаты позволяют предполагать, что наиболее эффективной в данном случае будет являться не коагуляция под действием электролитов, а воздействие полимерных коагулянтов – катионоактивных полимеров, к которым можно отнести и полученный образец.

Для выяснения эффективности работы полученного коагулянта было проведено сравнительное исследование осаждения и обесцвечивания реального стока текстильных производств Индустриального парка «Родники» Ивановской области. При комплексном применении коагулянта на основе ДЦДА в сочетании с катионным флокулянтом наблюдается быстрое образование крупных и устойчивых флокул, значительное количество жидкости, фильтрат прозрачный и хорошо осветленный. Определены оптимальные количества реагентов для наиболее полного осаждения красителей и загрязняющих веществ в ходе процесса водоочистки: 0,1 - 0,2 мл ДЦДА, 3 мл катионного коагулянта на 500 мл стока. При данных количествах степень обесцвечивания стока и содержание загрязняющих веществ отвечает минимально допустимым значениям [23, 26]. При увеличении количества коагулянта процессы коагуляции интенсифицируются. Коагуляцию проводили при температуре 298 К. Результаты обработки представлены на рис. 2.

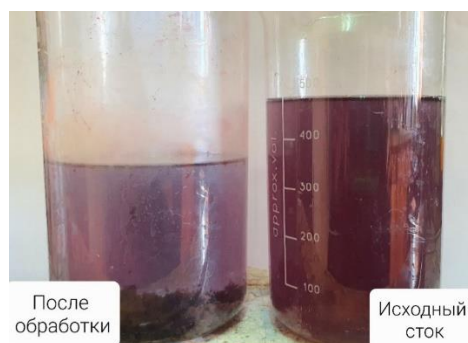


Рис. 2. Сток (500 мл) после обработки ДЦДА (0,1 мл) в сочетании с катионным флокулянтом (3 мл)

Fig. 2. Drain (500 ml) after treatment with DCDA (0.1 ml) in combination with cationic flocculent (3 ml)

Установлено, что после обработки полученным образцом все основные контролируемые параметры эффективности водоочистки соответствуют разрешенным значениям ПДК.

Результаты количественного химического анализа стока до и после обработки представлены в табл. 4 [26].

Таблица 4

Количественный химический анализ [26]  
Table 4. Quantitative chemical analysis [26]

№ п/п	Определяемый показатель	Единицы измерения	Методика	Результат исследования		
				Сток до обработки	Сток после обработки	Норма
1	Водородный показатель (рН)	единицы рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	8,01	7,33	9
2	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.110-97	477,5	49,6	300
3	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.114-97	4304	986	-
4	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.48-96	0,137	0,011	1
5	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.60-96	0,08	Менее 0,005	1
6	Железо	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96	3,9	0,65	5
7	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.96-97	1591	483	1000
8	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2. 159-2000	332	325	1000
9	Фосфат - ион	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97	15,07	0,38	-
10	СПАВ анион	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:4.15-95	4,11	1,81	10
11	ХПК	мг О <sup>2</sup> /дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2.100-97	817	563	500

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА  
REFERENCES

1. Gerashchenko A.A., Sakharova A.A., Ignatkina D.O. // *IOP Confer. Ser.: Earth and Envir. Sci.* 2019. V. 27. P. 022188. DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022188.
2. Амонова М.М., Равшанов К.А. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2019. Т. 62. Вып. 10. С. 147–153. Амонова М.М., Равшанов К.А. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2019. V. 62. N 10. P. 147-153. DOI: 10.6060/ivkkt.20196210.5963.
3. Зубкова О.С., Алексеев А.И., Залилова М.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. Вып. 4. С. 86–91. Zubkova O.S., Alekseev A.I., Zalilova M.M. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2020. V. 63. N 4. P. 86-91. DOI: 10.6060/ivkkt.20206304.6131.
4. Амонова М.М. // *J. Pharm. Negative Results*. 2022. V. 13. P. 4740-4746. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S09.589.
5. Arulmathi P., Jeyaprabha C., Sivasankar P., Rajkumar V. // *CLEAN – Soil, Air, Water*. 2019. V. 47. N 7. P. 1800464. DOI: 10.1002/clen.201800464.
6. Vaseashta A., Duca G., Covaliova O., Romanciuc L. // *Water Sci. Soc.* 2022. V. 1. P. 1-36. DOI: 10.4018/978-1-7998-7356-3.ch001.
7. Swaroop S., Swapnali J., Mahipal S.S., Rajeev K. // *Let. Appl. NanoBioScience*. 2021. V. 10. N 2. P. 2148-2166. DOI: 10.33263/LIANBS102.21482166.
8. Wang T., Wang W., Hu H., Soon-Thiam K. // *J. Clean. Prod.* 2021. V. 312. N 7. P. 127798. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127798.
9. Медведева И.В., Медведева О.М., Студенок А.Г., Студенок Г.А., Цейтлин Е.М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2023. Т. 66. Вып. 1. С. 6-27. DOI: 10.6060/ivkkt.20236601.6538. Medvedeva I.V., Medvedeva O.M., Studenok A.G., Studenok G.A., Tseytlin E.M. // *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2023. V. 66. N 1. P. 6-27 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20236601.6538.
10. Yin H., Qiu P., Qian Y., Kong Z., Zheng X., Tang Z., Guo H. // *Processes*. 2019. V. 7. N 1. P. 34. DOI: 10.3390/pr7010034.
11. Behera M., Nayak J., Banerjee S., Chakraborty S., Tripathy S.K. // *J. Envir. Chem. Eng.* 2021. V. 9. N 4. P. 105277. DOI: 10.1016/j.jece.2021.105277.
12. Buscio V., López-Grimau V., Álvarez M. D., Gutiérrez-Bouzán C. // *Chem. Eng. J.* 2019. V. 373. P. 161–170. DOI: 10.1016/j.cej.2019.04.146.
13. Deng D., Lamssali M., Aryal, N., Ofori-Boadu A., Jha M.K., Samuel R.E. // *Wat. Environ. Res.* 2020. V. 92. N 10. P. 1805-1810. DOI: 10.1002/wer.1437.
14. Karam A., Bakhoum E.S., Zaher K. // *Int. J. Sustain. Eng.* 2020. V. 14. N 4. P. 1–13. DOI:10.1080/19397038.2020.1842547.
15. Januário E.F.D., Vidovix T.B., Bergamasco R., Vicirab A.M.S. // *Chem. Eng. Proc. – Proc. Intens.* 2021. V. 168. P. 128-136. DOI: 10.1016/j.cep.2021.108577.
16. Hadadi A., Imessaoudene A., Bollinger J-C., Assadi A.A., Amrane A., Mouni L. // *Water*. 2022. V. 14. N 20. P. 3324. DOI: 10.3390/w14203324.
17. Pavithra K. G., Kumar P. S., Jaikumar V., Sundar Rajan. P. // *J. Indust. Eng. Chem.* 2019. V. 75. P. 1-19. DOI: 10.1016/j.jiec.2019.02.011.
18. Teshale A., Amare T. A., Esayas A. // *J. Chem.* 2021. P. 1-14. DOI: 10.1155/2021/5314404.
19. Núñez J., Yeber M., Cisternas N., Thibaut R., Medina P., Carrasco C. // *J. Hazard. Mat.* 2019. V. 371. P. 705–711. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.03.030.
20. Madhav S., Ahamad A., Singh P., Mishra P.K. // *Envir. Quality Manag.* 2018. V. 27. N 3. P. 31–41. DOI: 10.1002/tqem.21538.
21. Owodunni A.A., Ismail S. // *J. Water Proc. Eng.* 2021. V. 42. P. 102096. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.102096.
22. Ayed L., Ksibi I.E., Charef A., Mzoughi R.E. // *J. Textile Institute*. 2020. V. 112. N 2. P. 200–206. DOI: 10.1080/00405000.2020.1731273.
23. ПНД Ф 14.1:2.4.261-2010. Количественный химический анализ вод методика измерений массовой концентрации сухого и прокаленного остатка в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. PND F 14.1:2.4.261-2010 Quantitative chemical analysis of waters. Methodology for measuring the mass concentration of dry and calcined residues in drinking, natural and waste water samples by gravimetric method (2015 edition) // Normacs (in Russian).
24. Wei H., Gao B., Ren J., Li A., Yang H. // *Water Res.* 2018. V. 143. P. 608–631. DOI: 10.1016/j.watres.2018.07.029.
25. Dayarathne H.N., Angove M.J., Aryal R., Abuel-Naga H., Mainali B. // *J. Water Proc. Eng.* 2020. V. 40. P. 101820. DOI: 10.1016/j.jwpe.2020.101820.
26. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 644 (ред. от 30.11.2021) "Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации. Resolution of the Russian Federation Government of 29.07.2013 No. 644 (ed. of 30.11.2021) "On approval of the Rules of cold water supply and sanitation and on Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation" //SPS ConsultantPlus (in Russian).

Поступила в редакцию 02.12.2022  
Принята к опубликованию 29.03.2023

Received 02.12.2022  
Accepted 29.03.2023