





Сравнительная оценка эффективности коагуляционных методов при извлечении биологически активных компонентов из высококонцентрированных стоков





Владимир И. Корчагин	¹	kvi-vgt@rambler.ru	 0000-0001-7212-1627
Юлия Н. Дочкина	¹	dochkina.j.n@ya.ru	 0000-0001-9113-1564
Екатерина А. Денисова-Барабаш	¹	denisova2819@mail.ru	 0000-0002-6766-8916
Алина А. Плякина	¹	alina.plyakina7@gmail.com	 0000-0001-7848-2685

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Характерной особенностью высококонцентрированных стоков является наличие ценных компонентов – биологически активных веществ, которые являются вторичными сырьевыми ресурсами. Проанализирована эффективность способов физико-химической коагуляции и электрокоагуляции в отношении высококонцентрированных сточных вод предприятия птицеперерабатывающей промышленности, а также предотвращение вторичного загрязнения стока, подаваемого на биологическую очистку. Объектами исследования были выбраны: сток птицефабрики (взвешенные вещества 1770,0 мг/дм³, сухой остаток 1920,0 мг/дм³, химическое потребление кислорода (ХПК) 1769,0 мгО₂/дм³), в качестве коагулянта – хлорид железа (III) FeCl₃, железные растворимые электроды. В задачи исследования входило определение эффективности очистки стоков изучаемыми способами (физико-химическая коагуляция и электрокоагуляция) по изменению приоритетных показателей: взвешенных веществ, сухого остатка, химического потребления кислорода, железа, хлоридов, массы выпавшего осадка. В результате испытаний высококонцентрированных стоков с показателем общей загрязненности по ХПК не менее 1700,0 мгО₂/дм³ установлено, что при физико-химической коагуляции хлоридом железа (III) FeCl₃ в концентрации 0,75 г/дм³ содержание приоритетных показателей снижалось не менее чем на 60%. В то время как эффективность электрокоагуляции в отношении снижения концентрации приоритетных показателей составляла не менее 70%. Содержание соединений железа в сточных водах при использовании электрохимической коагуляции составляла 2,08 мг/дм³, что на 34% ниже, чем после обработки стока хлоридом железа (III) FeCl₃ в концентрации 0,75 г/дм³. Концентрация хлоридов ожидаемо не изменилась. В результате обработки стока в процессе коагуляции (III) FeCl₃ происходит вторичное загрязнение обработанного стока и выделенных продуктов железом и хлоридами. Данный аспект может негативно сказаться на последующей биологической очистке сточных вод, а также привести к снижению качества выделенного продукта и ограничению сфер его использования. Электрокоагуляция является более предпочтительным способом выделения ценных компонентов по отношению к физико-химической коагуляции.

Ключевые слова: сточные воды птицефабрик, высококонцентрированный сток, физико-химическая коагуляция, электрокоагуляция, очистка сточных вод

Comparative evaluation of the coagulation methods effectiveness in the extraction of biologically active components from highly concentrated effluents

Vladimir I. Korchagin	¹	kvi-vgt@rambler.ru	 0000-0001-7212-1627
Julia N. Dochkina	¹	dochkina.j.n@ya.ru	 0000-0001-9113-1564
Ekaterina A. Denisova-Barabash	¹	denisova2819@mail.ru	 0000-0002-6766-8916
Alina A. Plyakina	¹	alina.plyakina7@gmail.com	 0000-0001-7848-2685

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. A characteristic feature of highly concentrated effluents is the presence of valuable components - biologically active substances, which are secondary raw materials. The effectiveness of physico-chemical coagulation and electrocoagulation methods in relation to highly concentrated wastewater from a poultry processing enterprise, as well as the prevention of the secondary pollution of the effluent supplied to biological treatment, were analyzed in the work. The objects of the study included poultry stock (suspended solids 1770.0 mg / dm³, dry residue 1920.0 mg / dm³, chemical oxygen demand (COD) 1769.0 mg O₂ / dm³), iron (III) FeCl₃ chloride, iron soluble electrodes as the coagulant. The objectives of study involved determination of wastewater treatment effectiveness by the studied methods (physico-chemical coagulation and electrocoagulation) with the priority indicators changing: suspended solids, dry residue, chemical consumption of oxygen, iron, chlorides, and the precipitated residue mass. As a result of testing of highly concentrated effluents with a COD index of at least 1700.0 mg O₂ / dm³, it was found out that during physico-chemical coagulation with FeCl₃ at a concentration of 0.75 g / dm³, the content of priority indicators decreased by no less than 60%, while the effectiveness

Для цитирования

Корчагин В.И., Дочкина Ю.Н., Денисова-Барабаш Е.А., Плякина А.А. Сравнительная оценка эффективности коагуляционных методов при извлечении биологически активных компонентов из высококонцентрированных стоков // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 213 – 218. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-213-218

For citation

Korchagin V.I., Dochkina Ju.N., Denisova-Barabash E.A., Plyakina A.A. Comparative evaluation of the coagulation methods effectiveness in the extraction of biologically active components from highly concentrated effluents. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 213–218. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-213-218

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

of electrocoagulation in relation to reducing the concentration of priority indicators was at least 70%. The content of iron compounds in wastewater with the application of electrochemical coagulation was 2.08 mg / dm³, which is 34% lower than after treatment of the effluent with iron (III) chloride FeCl₃ at a concentration of 0.75 g / dm³. The chloride concentration did not change. As a result of the treatment of the effluent during the coagulation of (III) FeCl₃, the secondary contamination of the treated effluent and the isolated products with iron and chlorides took place. This aspect may adversely affect the subsequent biological wastewater treatment, as well as lead to a decrease in the quality of the isolated product and its use limitation. Electrocoagulation is a more preferred way of isolating valuable components in relation to physico-chemical coagulation.

Keywords: poultry farm waste water, highly concentrated waste water, physico-chemical coagulation, electrocoagulation, waste water treatment

Введение

Мясо- и птицеперерабатывающие предприятия являются одними из самых крупных потребителей воды в сельскохозяйственных регионах. В то же время объем недостаточно очищенных сточных вод с такого производства с каждым годом возрастает, при этом показатель общей загрязненности – химическое потребление кислорода (ХПК) превышает оптимальный показатель на сброс – 600 мг О₂/дм³.

Известно [1], что биохимическое окисление является основным способом при очистке стоков с перерабатывающих сельхозпродукцию предприятий, однако поступление на линию биологической очистки стоков с высоким содержанием биологически активных загрязнений (жиры – 56 мг/дм³; сырой протеин – 1,36%; взвешенные вещества – 780 мг/дм³; ХПК – 1200 мг/дм³ и БПК₅ 350 мг/дм³) снижает эффективность работы очистных сооружений [2], возникает необходимость в проведении эффективного предварительного извлечения биологически активных веществ перед их подачей на линию биологической очистки.

В источнике [3] показано, что стоки мясо- и птицеперерабатывающих предприятий загрязнены биологически активными компонентами и характеризуются показателем: общей загрязненности ХПК в пределах 1800–12500 мгО₂/дм³ и показателем биологического потребления кислорода (БПК) 650–5100 мгО₂/дм³, при этом отмечаются высокие значения по взвешенным веществам – 410–12000 мг/дм³. Такие стоки относятся к высококонцентрированным и представляют практический интерес в качестве вторичных сырьевых ресурсов природного происхождения.

Использование в качестве реагента биофлокулянта, содержащего бактерии рода *Pseudomonas Bacillus* [4], и хлорида полиалюминия в концентрации 140 мг/дм³ [5] может обеспечить необходимую очистку и извлечь из стоков биологически активные вещества. Однако содержание химических реагентов обеспечивает необходимую степень очистки, но приводит к вторичному загрязнению стоков

и извлекаемых загрязнений, что исключает их использование в качестве вторичных ресурсов.

Традиционный метод – физико-химическая коагуляция с использованием солей позволяет достичь необходимую степень предварительной очистки, при этом устраняет запахи, привкусы, работает при низких температурах и в широкой области pH среды, не требует больших площадей и высоких затрат. Наиболее оптимальными коагулянтами являются соединения железа и алюминия [6].

Процесс коагуляции хоть и является эффективным, но не позволяет достичь требуемых норм по качеству воды. Для достижения этих норм применяются дополнительные методы обработки в электрических полях [7].

Анализ научных разработок указывает на преобладание электрохимических методов извлечения биологически активных компонентов из высококонцентрированных стоков. Преимущества данного способа заключаются в эффективном извлечении загрязняющих веществ из стока за короткий промежуток времени, отсутствии вторичного загрязнения, универсальности как для органических, так и для неорганических соединений. Суть метода заключается в том, что для растворения материала анода используют электрохимическую деструкцию молекул воды с последующим получением гидроксидов металлов [8].

Известно [9], что гидроксиды металлов обладают высокими сорбционными свойствами, в результате чего на их поверхности остаются извлекаемые частицы. На степень электрокоагуляции влияет состав электрода. Широко распространено использование алюминиевых электродов при извлечении загрязняющих веществ из стоков различного производства, в том числе химического [10]. Наиболее оптимальный металл при обработке пищевых стоков – железо или его соединения, а важными параметрами процесса являются: расположение электродов, величина градиента потенциала, объем обрабатываемой воды [11]. Также перспективным является использование электродов ОРТА и ОКТА [12].

Цель работы – сравнительный анализ эффективности очистки методами физико-химической коагуляции и электрокоагуляции сточных вод птицефабрики по показателям взвешенных веществ, сухому остатку и ХПК, являющихся высококонцентрированными.

Основная задача – извлечение биологически активных компонентов при минимальном вторичном загрязнении, выявление способа обработки сточных вод перед сбросом на линию биологической очистки.

Материалы и методы

Объектом исследования является сточная вода птицеперерабатывающего предприятия, в состав приоритетных загрязнителей которой входят: жиры, взвешенные вещества, органические соединения.

В качестве коагулянта использовался хлорид железа (III) FeCl_3 . Тип используемых электродов – железные растворимые.

Массу выпавшего до и после очистки осадка определяли путем взвешивания. Определение содержания взвешенных веществ проводили в соответствии с ПНДФ 14.1:2:4.254–2009. Количество сухого остатка определяли в соответствии с ПНДФ 14.1:2:4.261–2010. Определение концентрации железа проводили в соответствии с ПНДФ 14.1:2:3.2–95. Для определения показателя химического потребления кислорода руководствовались ПНД Ф 14.1:2.100–97. Определение содержания хлоридов в анализируемых пробах

проводили в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:3.96–97. Определение содержания жиров в анализируемых пробах проводили в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.122–97.

Результаты и обсуждение

С целью выявления оптимального метода извлечения биологически активных компонентов из высококонцентрированного стока птицеперерабатывающего предприятия было проведено сравнение методов физико-химической коагуляции и электрокоагуляции.

На первоначальном этапе провели подбор типа и дозировки коагулянта. В качестве целевого коагулянта был выбран хлорид железа (III) FeCl_3 в концентрации $0,75 \text{ г/дм}^3$. Продолжительность коагуляции составила 1–2 мин, время оседания образовавшихся хлопьев 5–6 мин. Общее время коагуляции с момента добавления реагента до полного выпадения осадка не более 15 мин. В результате коагуляции наблюдалось светло-оранжевое окрашивание стока соединениями окисленного железа (таблица 1). Средняя эффективность по изучаемым показателям составила $60 \pm 5\%$. Однако стоит отметить, что концентрация железа и хлоридов резко увеличилась, что может привести к вторичному загрязнению не только сточных вод, подающихся на биологическую очистку, но и осадка.

Таблица 1.

Показатели очистки стока коагуляцией при использовании FeCl_3 с концентрацией $0,75 \text{ г/дм}^3$

Table 1.

Indicators of wastewater treatment by coagulation when using FeCl_3 with a concentration of 0.75 г/дм^3

Показатель Indicator	До очистки Before treatment	После очистки After treatment	Эффективность, % Efficiency, %
Взвешенные вещества, мг/дм^3 Suspended matter, mg/dm^3	1770,0	638,0	63,9
Сухой остаток, мг/дм^3 Dry residue, mg/dm^3	1920,0	878,0	54,3
Железо, мг/дм^3 Ferrum, mg/dm^3	1,75	2,78	-
ХПК, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ COD, mgO_2/dm^3	1769,0	840,0	52,5
Хлориды, мг/дм^3 Chlorides, mg/dm^3	132,05	250,0	-
Жиры, мг/дм^3 Fats, mg/dm^3	150,0	54,0	64,0

Для определения эффективности извлечения целевых компонентов из стока методом электрокоагуляции провели электролиз с использованием растворимого железного анода. Под действием электрического тока происходило растворение металла, наступала интенсивная коагуляция. При взаимодействии высвобожденного

железа с гидроксидными группами образовался гидрат оксида железа в виде хлопьев.

Электрокоагуляция осуществлялась при плотности тока $80\text{--}180 \text{ А/м}^2$ и напряжении 6–9 В. Средняя эффективность по изучаемым показателям составила $70 \pm 5\%$ (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели очистки стока электрокоагуляцией железными анодами

Table 2.

Indicators of wastewater treatment by electrocoagulation with iron anodes

Показатель Indicator	До очистки Before treatment	После очистки After treatment	Эффективность, % Efficiency, %
Взвешенные вещества, мг/дм ³ Suspended matter, mg/dm ³	1770,0	460,2	74,0
Сухой остаток, мг/дм ³ Dry residue, mg/dm ³	1920,0	691,2	64,0
Железо, мг/дм ³ Ferrum, mg/dm ³	1,75	2,08	-
ХПК, мгО ₂ /дм ³ COD, mgO ₂ /dm ³	1769,0	654,53	63,0
Хлориды, мг/дм ³ Chlorides, mg/dm ³	132,05	132,0	-
Жиры, мг/дм ³ Fats, mg/dm ³	150,0	49,0	67,33

При исследовании влияния продолжительности электрокоагуляционной очистки было выявлено, что скорость извлечения биологически активных загрязнений имеет наибольшее значение в первые 10 мин, а дальнейшая обработка практически не оказывает влияния на эффективность извлечения.

Было установлено, что физико-химическая коагуляция с использованием хлорида железа (III) FeCl₃ в концентрации 0,75 г/дм³ и электрокоагуляция железными анодами эффективнее осуществляется в щелочной среде, наиболее высокие показатели были отмечены в пределах pH 9–10. Зависимость эффективности коагуляции и электрокоагуляции от pH среды по отношению к высококонцентрированному стоку, загрязненному биологически активными загрязнениями, по показателю ХПК представлена на рисунке 1.

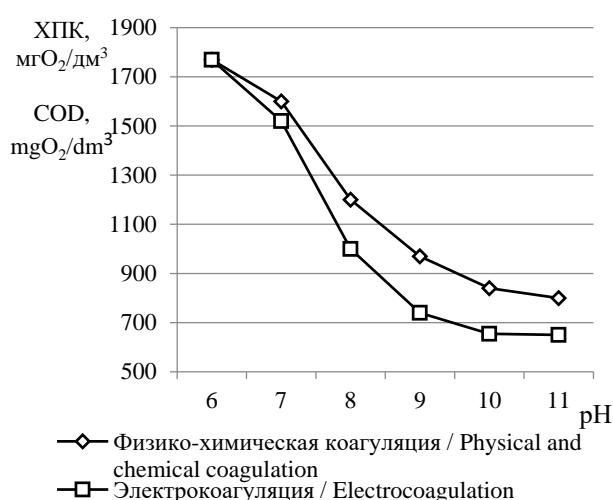


Рисунок 1. Зависимость эффективности извлечения биологически активных компонентов от pH

Figure 1. Dependence of the efficiency of extraction of biologically active components on pH

Следует отметить, что содержание соединений железа в сточных водах при использовании электрохимической коагуляции составляло 2,08 мг/дм³, что на 34% ниже, чем после обработки стока хлоридом железа (III) FeCl₃ в концентрации 0,75 г/дм³. Концентрация хлоридов ожидаемо не изменилась.

Важным показателем эффективности извлечения биологически активных компонентов из высококонцентрированного стока птицеперерабатывающего предприятия является масса выпавшего осадка. В результате электрокоагуляционного извлечения образовалось осадка (3,53 г) на 43% больше, чем при физико-химической коагуляции (2,47 г), что может свидетельствовать о более высокой эффективности извлечения методом электрокоагуляции по отношению к физико-химической коагуляции.

Закключение

Значительный расход коагулянта, вторичное загрязнение сточных вод и осадков, сложность их хранения и последующей утилизации не позволяют рекомендовать химическую коагуляцию как метод извлечения биологически активных компонентов из высококонцентрированных сточных вод птицеперерабатывающего предприятия.

Метод электрокоагуляции может быть применен для обработки сточных вод, содержащих биологически активные компоненты. Компактность установок, снижение вторичного загрязнения, более высокая, чем у физико-химической коагуляции, эффективность позволяют рекомендовать электрокоагуляцию как метод извлечения биологически активных компонентов из высококонцентрированных стоков птицеперерабатывающего предприятия.

Литература


- 1 Студеникина Л.Н., Дочкина Ю.Н., Шелкунова М.В., Корчагин В.И. Оценка эффективности иммобилизации активного ила на композитных материалах «полиэтилен: полисахариды» // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 356–360.
- 2 Дочкина Ю.Н., Студеникина Л.Н., Корчагин В.И., Шпомер Е.Ю. и др. Определение максимально допустимой концентрации загрязнений стоков по гидрохимическим показателям активного ила // Проблемы и инновационные решения в химической технологии (ПИРХТ-2019). 2019. С. 344–345.
- 3 Трефилов М.Л. Особенности очистки стоков пищевой промышленности // Молодежь и наука. 2015. № 3. С. 57.
- 4 Брындина Л.В., Полянский К.К. Модифицированные биосорбенты для очистки сточных вод // Химия, физика и механика материалов. 2018. С. 76–84.
- 5 Makhlay K., Tseitlin M., Raiko V. A study of wastewater treatment conditions for the poultry meat processing enterprise // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. P. 15–20.
- 6 Джантанова Н.В., Лазурина Л.П. Изучение возможности интенсификации процесса коагуляции при очистке сточных вод // Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы. 2019. С. 188–190.
- 7 Ghernaout D., Elboughdiri N. Electrochemical Technology for Wastewater Treatment: Dares and Trends // Open Access Library Journal. 2020. С. 1–17.
- 8 Харламова Т.А., Колесников А.В., Силос О.В., Алафердов А.Ф. и др. Перспективные электрохимические процессы в технологиях обезвреживания сточных вод. Ч.III. Электрокоагуляция // Гальванотехника и обработка поверхности. 2015. С. 47–57.
- 9 Каратаев О.Р., Шамсутдинова З.Р., Хафизов И.И. Очистка сточных вод электрохимическими методами // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 22. С. 21–23.
- 10 Sadik M.A. Removal of Reactive Dye from Textile Mill Wastewater by Leading Electro-Coagulation Process Using Aluminum as a Sacrificial Anode // Scientific Research Publishing. 2019. P. 182–193.
- 11 Лыскова К.Ю. Применение безреагентной электрокоагуляции для повышения надежности систем подготовки питьевой воды // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего. 2018. С. 187–189.
- 12 Игнаткина Д.О., Поздняков А.П., Москвичева А.В., Москвичева Е.В. и др. Теоретическое обоснование применимости электрохимического метода обработки сточных вод для предприятий пищевой промышленности // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. С. 88–96.

References

- 1 Studenikina L.N., Dochkina Yu.N., Shelkunova M.V., Korchagin V.I. Evaluation of the effectiveness of immobilization of active sludge on composite materials “polyethylene: polysaccharides”. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 356–360. (in Russian).
- 2 Dochkina Yu.N., studenikina L.N., Korchagin V.I., Shpomer E.Yu. et al. Determination of the maximum permissible concentration of runoff pollution by hydrochemical indicators of active silt. Problems and innovative solutions in chemical technology (PIRHT 2019). 2019. pp. 344–345. (in Russian).
- 3 Trefilov M.L. Features of waste water treatment in the food industry. Youth and science. 2015. no. 3. pp. 57. (in Russian).
- 4 Bryndina L.V., Polyansky K.K. Modified biosorbents for wastewater treatment. Chemistry, physics and mechanics of materials. 2018. pp. 76–84. (in Russian).
- 5 Makhlay K., Tseitlin M., Raiko V. A study of wastewater treatment conditions for the poultry meat processing enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. pp. 15–20. (in Russian).
- 6 Dzhantanova N.V., Lazurina L.P. Studying the possibility of intensification of the coagulation process in wastewater treatment. Modeling and forecasting of the development of social and economic sectors. 2019. pp. 188–190. (in Russian).
- 7 Ghernaout D., Elboughdiri N. Electrochemical Technology for Wastewater Treatment: Dares and Trends. Open Access Library Journal. 2020. pp. 1–17.
- 8 Kharlamova T.A., Kolesnikov A.V., Silos O.V., Alaferdov A.F. et al. Perspective electrochemical processes in wastewater treatment technologies. Part III. Electrocoagulation. Electroplating and surface treatment. 2015. pp. 47–57. (in Russian).
- 9 Karataev O.R., Shamsutdinova Z.R., Hafizov I.I. Wastewater Treatment by electrochemical methods. Bulletin of the technological University. 2015. vol. 18. no. 22. pp. 21–23. (in Russian).
- 10 Sadik M.A. Removal of Reactive Dye from Textile Mill Wastewater by a Leading Electro-Coagulation Process Using Aluminum as a Sacrificial Anode. Scientific Research Publishing. 2019. pp. 182–193.
- 11 Lyskova K.Yu. The Use of reagent-free electrocoagulation to improve the reliability of drinking water treatment systems. Scientific and technical progress: current and promising directions of the future. 2018. pp. 187–189. (in Russian).
- 12 Ignatkina D.O., Pozdnyakov A.P., Moskvicheva A.V., Moskvicheva E.V. et al. Theoretical justification of the applicability of the electrochemical method of waste water treatment for food industry enterprises. Bulletin of the Volgograd state University of architecture and construction. Series: Construction and architecture. 2019. pp. 88–96. (in Russian).


Сведения об авторах

Владимир И. Корчагин д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kvi-vgt@rambler.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-7212-1627>

Information about authors


Vladimir I. Korchagin Dr. Sci. (Engin.), professor, head of department, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kvi-vgt@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7212-1627>


Юлия Н. Дочкина аспирант, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dochkina.j.n@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9113-1564>


Екатерина А. Денисова-Барабаш магистрант, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, denisova2819@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6766-8916>

Алина А. Плякина студент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alina.plyakina7@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7848-2685>


Julia N. Dochkina graduate student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, dochkina.j.n@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9113-1564>

Ekaterina A. Denisova-Barabash master student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, denisova2819@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6766-8916>

Alina A. Plyakina student, industrial ecology, chemical and petrochemical production equipment department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alina.plyakina7@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7848-2685>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/02/2020	После редакции 10/02/2020	Принята в печать 18/02/2020
Received 01/02/2020	Accepted in revised 10/02/2020	Accepted 18/02/2020