

9. Kosichenko Yu. M., Baev O. A., Garbuz A. Yu. Assessment of integrated reconstruction and modernization of irrigation systems. Reclamation and water management. 2021. № 2. Pp. 6-11.
10. Fedorov V. M., Vasilyeva E. V., Yakovenko E. A. Safe and reliable structures of water management systems made of rolled concrete. Novocherkassk: Lik, 2019. 166 p.
11. Semenenko S. Ya., et al. Method for reconstruction of expansion joints of anti-filtration concrete and reinforced concrete linings of hydraulic structures. Reclamation and water management. 2017. № 1. Pp. 31-35.
12. Kozlov K. D., Khanov N. V., Fartukov V. A., Kozlov D. V. Studies of the hydrodynamic effect of water flow on a protective coating made of geosynthetic material. Construction: Science and Education. 2018. V. 8. № 1 (27). Pp. 108-117.
13. Davidenko V. M. et al. Causes of destruction and concept of repair of concrete and reinforced concrete structures of hydraulic structures. Izvestia VNIIG named after B.E. Vedeneev. 2017. V. 286. Pp. 3-9.
14. Abdrazakov F. K., Rukavishnikov A. A., Safin E. E. Coating of irrigation canals with an innovative concrete web and adaptive methods of their operation. Reclamation and water management. 2023. № 2. Pp. 27-31.
15. Kupriyanova S. V., Vlasov M. V. Establishment and integrated use of criteria for assessing the effectiveness of various types of resources of agro-reclamation systems. Reclamation and water management. 2022. № 1. Pp. 32-36.
16. Khismatullin M. M. Digital technologies in irrigated agriculture. Reclamation and water management. 2022. № 2. Pp. 28-32.

Информация об авторах

Васильева Елена Викторовна, доцент Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М. И. Платова (Российская Федерация, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132), e-mail: karalenka5@yandex.ru

Федоров Виктор Матвеевич, профессор Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета (Российская Федерация, 346409, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: viktor-fedorov1955@yandex.ru

Author's Information

Vasilyeva Elena Viktorovna, Associate Professor of the South Russian State Polytechnic University named after M. I. Platov (Russian Federation, 346428, Rostov Region, Novocherkassk, Prosvecheniya St., 132), e-mail: karalenka5@yandex.ru

Fedorov Viktor Matveyevich, professor at the Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University (Russian Federation, 346409, Rostov region, Novocherkassk, st. Pushkinskaya, 111), e-mail: viktor-fedorov1955@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-50

COMPARATIVE EVALUATION OF A REAGENT BASED ON VARIOUS CATALYSTS USED FOR WASTEWATER TREATMENT

**M. A. Denisova, A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, O. V. Bocharnikova,
O. V. Kozinskaya, E. V. Pustovalov**

*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: bocharnikov_vs@mail.ru

Received 17.09.2023

Submitted 03.11.2023

Summary

A comparative assessment of various catalysts for ferrite formation during wastewater treatment is considered. Obtaining optimal parameters of time and volume of a substance to reduce the concentration of chemical elements to the maximum permissible concentration.

Abstract

Introduction. The ecological situation in our country at this point in time is considered unsatisfactory. Air pollution occurs due to large amounts of emissions from industrial plants; rivers and lakes are polluted by emissions of industrial, livestock and domestic wastewater. A known reagent method for wastewater treatment is ferritization or the formation of oxypheres. This method is well used for industrial plants such as paint and varnish, woodworking, metal production, etc. There is ferrite formation on several catalysts, such as ferrous sulfate, copper sulfate, so there is a need to conduct an experiment to study various catalysts to determine the best one for the absorption of chemical impurities. **Object.** The object of the study is highly contaminated wastewater. **Materials and methods.** A chemical analytical analysis of the wastewater under study was performed to determine the concentration of heavy metals. Next, experiments were carried out with various catalysts in laboratory conditions by settling at different periods of time and the volume of ferrite formation suspension. **Results and conclusions.** The best result was shown by a catalyst in the form of iron sulfate, in which the ferrite formation reaction proceeded faster than with aluminum oxide and copper sulfate. The settling was carried out at intervals of 0.3 to 4 hours, the volume of the suspension used was from 20 to 50 ml. With these parameters, it was found that the contact time of the catalyst with the wastewater under study was 2 hours, the amount of suspension was 50 ml. Removal of chemical impurities ranged from 90 to 100%. Comparative data is aimed at identifying a faster catalyst for ferrite formation, as well as removing impurities to the maximum permissible concentration. Experimental data are aimed at reducing the environmental load of water bodies into which wastewater is discharged.

Key words: wastewater, absorption of chemical impurities, copper sulfate, iron sulfate, aluminum oxide, ferritization, oxypheres.

Citation. Denisova M. A., Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Bocharnikova O. V., Kozinskaya O. V., Pustovalov E. V. Comparative evaluation of a reagent based on various catalysts used for wastewater treatment. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 500-507 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-50.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 628.16

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕАГЕНТА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

М. А. Денисова, кандидат технических наук

А. С. Овчинников, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

В. С. Бочарников, доктор технических наук, доцент

О. В. Бочарникова, доктор технических наук, доцент

О. В. Козинская, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Е. В. Пустовалов, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. Экологическая ситуация нашей страны в данный момент считается неудовлетворительной. Загрязнения воздуха происходят за счет большого количества выбросов промышленных заводов, реки и озера загрязняются выбросами сточных промышленных, животноводческих и бытовых вод. Известен такой реагентный способ очистки сточных вод, как ферритизация, или образование оксиферов. Данный способ хорошо применяется для таких промышленных заводов, как лакокрасочные, деревообрабатывающие, производство металла и т.д. Существует ферритообразование на нескольких катализаторах, таких как железный купорос, медный купорос, поэтому есть необходимость проведения эксперимента по изучению различных катализаторов для определения наилучшего по поглощению химических примесей. **Объект.** Объектом исследования яв-

ляются сильно загрязненные сточные воды. **Материалы и методы.** Был выполнен химико-аналитический анализ исследуемой сточной воды для определения концентрации тяжелых металлов. Далее проводились эксперименты с различными катализаторами в лабораторных условиях методом отстаивания в различные промежутки времени и объемом суспензии ферритообразования. **Результаты и выводы.** Наилучший результат показал катализатор в виде железного купороса, у которого реакция ферритообразования проходила быстрее, чем у оксида алюминия и медного купороса. Отстаивание проводилось в промежутки времени от 0,3 до 4 часов, объем используемой суспензии составил от 20 до 50 мл. При данных параметрах было выявлено, что время контакта катализатора с исследуемыми стоками составило 2 часа, количество суспензии 50 мл. Удаление химических примесей составило от 90 до 100%. Сравнительные данные направлены на выявление более быстрого катализатора для образования феррита, а также удалению примесей до предельно допустимой концентрации. Экспериментальные данные ориентированы на снижение экологической нагрузки водных объектов, в которых происходит сброс сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, поглощение химических примесей, медный купорос, железный купорос, оксид алюминия, ферритизация, оксиферы.

Цитирование. Денисова М. А., Овчинников А. С., Бочарников В. С., Бочарникова О. В., Козинская О. В., Пустовалов Е. В. Сравнительная оценка реагента на основе различных катализаторов, применяемых для очистки сточных вод. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 500-507. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-50.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Экологическая ситуация нашей страны на данный момент времени считается неудовлетворительной. Загрязнения воздуха происходят за счет большого количества выбросов промышленных заводов, реки и озера загрязняются выбросами сточных промышленных, животноводческих и бытовых вод [1]. Очищенная вода необходима не только для производственно-бытовых нужд, но и для удовлетворения потребностей агропромышленного комплекса, в том числе для целей орошения сельскохозяйственных культур [2, 3, 4].

Проведя аналитический обзор по существующим технологиям и способам очистки сточных и природных вод, можно сделать вывод, что все они нуждаются в усовершенствовании либо улучшении для обеспечения качественной очистки водных ресурсов [5, 6].

Известен такой реагентный способ очистки сточных вод, как ферритизация, или образование оксиферов [7, 8]. Данный способ хорошо применяется для промышленных заводов: лакокрасочных, деревообрабатывающих, производств металла и т.д. [9, 10, 11]. Суть способа ферритизации заключается в образовании феррита, т.е. магнита, который притягивает к себе частицы металлов и некоторых других химических элементов [12, 13, 14]. Существует ферритообразование на нескольких катализаторах, таких как железный купорос, медный купорос и т.д. [15]. Основным катализатором для образования ферромагнетика в производстве является железный купорос, поэтому возникает необходимость проведения эксперимента по изучению различных катализаторов для определения наилучшего по поглощению химических примесей.

Материалы и методы. Для проведения сравнительной оценки различных катализаторов образования ферромагнетика были приобретены медный купорос, железный купорос и оксид алюминия. Эксперимент предполагает отбор проб сточных вод, а также приготовление суспензии, содержащей исследуемый катализатор.

Исследования проводились по методу отстаивания в различные промежутки времени. Для этого бралась проба сточной воды в объеме 100 мл в три мерные колбы. Далее готовилась суспензия объемом 500 мл с тремя исследуемыми катализаторами. После чего в

мерные колбы добавлялись в разных количествах суспензии и проводилось отстаивание в различные промежутки времени, после которых исследуемая вода бралась на химический анализ по выявлению остаточной концентрации химических элементов.

Результаты и обсуждение. Перед сравнительной оценкой катализаторов был выполнен химико-аналитический анализ сточной воды, который приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Исходная концентрация исследуемых сточных вод

Table 1 – Initial concentration of the studied wastewater

№ п/п	Наименование химического вещества	Концентрация химического вещества, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
1	Железо общее	0,42	0,3
2	Цинк	5,7	5,0
3	Медь	1,85	1,0
4	Хром	0,48	0,5
5	Кадмий	0,0003	0,001
6	Свинец	0,047	0,03
7	Никель	0,078	0,1
8	Ртуть	0,0012	0,005

По данным первого эксперимента с использованием оксида алюминия в суспензии, как катализатора получены результаты отстаивания сточных вод в течение 0,3 часа, 1 часа, 2 часов и 4 часов. Объем суспензии был введен в колбы 10 мл, 30 мл и 50 мл. Результат поглощения тяжелых металлов представлен на графике 1.

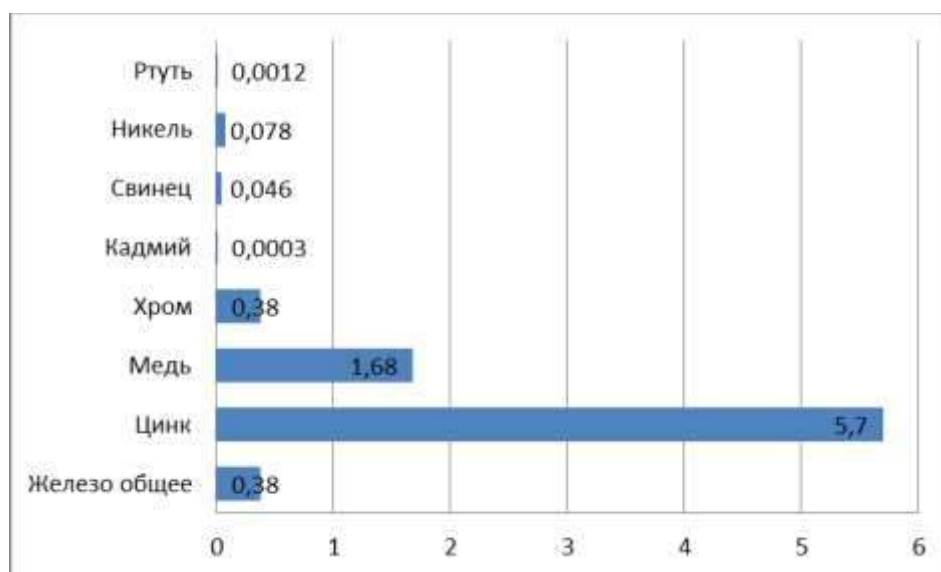


График 1 – Концентрация тяжелых металлов с использованием оксида алюминия

Graph 1 – Concentration of heavy metals using aluminum oxide

Результат эксперимента с оксидом алюминия показал, что данный катализатор практически не выполняет функцию по удалению тяжелых металлов и процесса эффективного образования ферритов. Данный катализатор удалил из сточных вод химических элементов менее 10%.

Следующий эксперимент был выполнен с медным купоросом как катализатором для ферритообразования. Результат приведен в таблице 2.

По результату отстаивания сточных вод с медным купоросом получены данные, свидетельствующие, что процесс ферритообразования происходил медленно и эффективность удаления примесей показала не лучший результат, так как удаление произошло всего на 15-20% максимум при объеме суспензии 50 мл и времени контакта 2 часа.

Таблица 2 – Концентрация тяжелых металлов с использованием медного купороса
Table 2 – Concentration of heavy metals using copper sulfate

№ п/п	Наименование химического вещества	Концентрация химического вещества, мг/дм ³	Исходная концентрация химического вещества, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
1	Железо общее	0,37	0,42	0,3
2	Цинк	5,49	5,7	5,0
3	Медь	1,6	1,85	1,0
4	Хром	0,35	0,48	0,5
5	Кадмий	0,0003	0,0003	0,001
6	Свинец	0,0042	0,047	0,03
7	Никель	0,07	0,078	0,1
8	Ртуть	0,0011	0,0012	0,005

Последнее исследование проводилось с катализатором в виде железного купороса. Результаты приведены на графике 2.

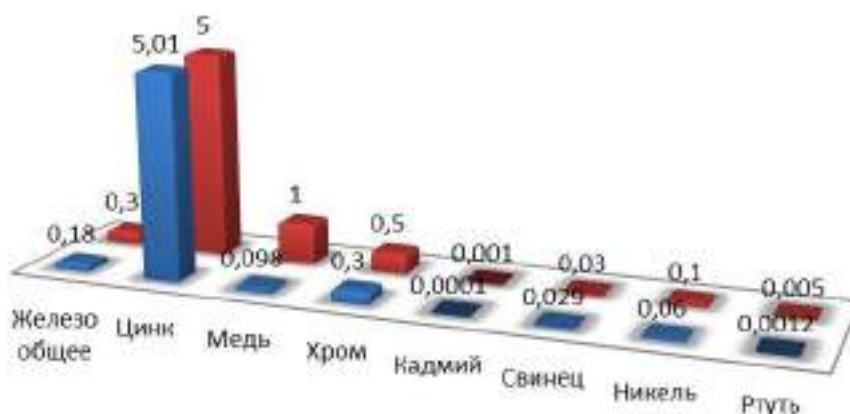


График 2 – Концентрация тяжелых металлов с использованием железного купороса
Graph 2 – Concentration of heavy metals using iron sulfate

Наилучший результат показал катализатор в виде железного купороса, у которого реакция ферритообразования проходила быстрее, чем у оксида алюминия и медного купороса. Отстаивание проводилось в промежутки времени от 0,3 до 4 часов, объем используемой суспензии составил от 20 до 50 мл. При данных параметрах было выявлено, что время контакта катализатора с исследуемыми стоками составило 2 часа, количество суспензии 50 мл. Из графика видно, что концентрация удаляемых химических веществ понизилась до предельно допустимой концентрации и даже некоторые элементы выходят ниже стандарта.

Заключение. Проведя сравнительную оценку катализаторов, можно сделать вывод о том, что наилучшее ферритообразование было с железным купоросом, при контакте суспензии с исследуемыми стоками результат показал, что удаления примесей составило от 90 до 100%. Худшими катализаторами оказались оксид алюминия и медный купорос. При использовании оксида алюминия удаление тяжелых металлов составило всего 10%, а при медном купоросе 15-20%.

Поэтому при сравнительной оценке катализаторов наилучшим можно считать железный купорос, который также считается экологически безопасным реагентом.

Conclusions. Having carried out a comparative assessment of the catalysts, we can draw the following conclusion that the best ferrite formation was with iron sulfate; when the suspension came into contact with the wastewater under study, the result showed that the removal of impurities ranged from 90 to 100%. The worst catalysts were aluminum oxide and copper sulfate. When using aluminum

oxide, the removal of heavy metals was only 10%, and with copper sulfate it was 15-20%. Therefore, in a comparative assessment of catalysts, iron sulfate, which is also considered an environmentally friendly reagent, can be considered the best.

Библиографический список

1. Rybalova O., Artemiev S., Sarapina M., Tsymbal B., Bakhareva A., Shestopalov O., Filenko O. Development of methods for estimating the environmental risk of degradation of the surface water state. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 2 (10-92). Pp. 4-17.
2. Овчинников А. С., Бочарникова О. В., Бочарников В. С. Оценка рентабельности производства овощей в Нижнем Поволжье. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2007. № 1(5). С. 49-53.
3. Овчинников А. С., Бочарников В. С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2012. № 1 (25). С. 119-124.
4. Myrzaliev S. K., Pratama G. N. I. P., Khamidulla A. G. Wastewater treatment using natural zeolite materials. *Integrated utilization of mineral raw materials*. 2021. No 2 (317). Pp. 64-68.
5. Bocharnikova O. V., Denisova M. A., Bocharnikov V. S. Technology of preparation of natural waters for irrigation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Moscow, 2020. P. 012033.
6. Matsak A., Tsytlshvili K. Using different filter media of stormwater treatment performance. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2018. V. 1 (20). Pp. 19-22.
7. Ovchinnikov A. S., Loboyko V. F., Bocharnikov V. S., et al. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019*. Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. V. 341. P. 012107.
8. Бочарников В. С., Мещеряков М. П., Денисова М. А. Исследование сорбционных свойств сорбентов с использованием ферритовых реагентов при очистке сточных вод. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019. № 1 (53). С. 242-248.
9. Федотова Ю. В., Спицын А. А. Очистка сточных вод лесохимических производств. *Евразийский союз ученых*. 2019. № 12-5 (69). С. 46-51.
10. Smolyanichenko A. S., Yakovleva E. V. Optimization of the process of industrial wastewater treatment by disaggregation of phase-dispersed contaminants. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. V. 14. No 6. P. 34-50.
11. Hajiyeve S. R., Shamilov N. T., Bayramov G. I., Rakida N. M. Ecology effective treatment of industrial wastewater formed in the oil-producing industry by coagulation method. *Azerbaijan Chemical Journal*. 2021. № 3. Pp. 63-66.
12. Kazeminejadfar F., Hojjati M. R. 2019 Preparation of superabsorbent composite based on acrylic acid-hydroxypropylstarch phosphate and clinoptilolite for agricultural applications. *Applied Polymer Science*. 2019. V. 136 (16). 4736.
13. Kochetov G., Prikhna T., Kovalchuk O., Samchenko D. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*. 2018. V. 3. Pp. 52–60.
14. Кунденко С. Б., Коваленко Ю. А. Реагентная очистка различных видов сточных вод трехкомпонентной композицией. *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета*. 2021. № 1 (46). С. 96-105.
15. Фадеев А. Б., Кручинина Н. Е., Зайцева А. Д. Очистка сточных вод от комплексных соединений меди *Успехи в химии и химической технологии*. 2019. Т. 33. № 5 (215). С. 93-95.

References

1. Rybalova O., Artemiev S., Sarapina M., Tsymbal B., Bakhareva A., Shestopalov O., Filenko O. Development of methods for estimating the environmental risk of degradation of the surface water state. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 2 (10-92). Pp. 4-17.
2. Ovchinnikov A. S., Bocharnikova O. V., Bocharnikov V. S. Evaluation of profitability of vegetable production in the Lower Volga region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education* 2007. No 1 (5). Pp. 49-53.

3. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S. New technical solutions to increase the efficiency of resource-saving methods of irrigation. Proc. of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2012. No 1 (25). Pp. 119-124.
4. Myrzaliev S. K., Pratama G. N. I. P., Khamidulla A. G. Wastewater treatment using natural zeolite materials. Integrated utilization of mineral raw materials. 2021. No 2 (317). Pp. 64-68.
5. Bocharnikova O. V., Denisova M. A., Bocharnikov V. S. Technology of preparation of natural waters for irrigation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Moscow, 2020. P. 012033.
6. Matsak A., Tsytlshvili K. Using different filter media of stormwater treatment performance. Norwegian Journal of development of the International Science. 2018. V. 1 (20). Pp. 19-22.
7. Ovchinnikov A. S., Loboyko V. F., Bocharnikov V. S., et al. State of the small rivers of the Volga basin within the lower Volga. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. V. 341. P. 012107.
8. Bocharnikov V. S., Meshcheryakov M. P., Denisova M. A. Study of the sorption properties of sorbents using ferrite reagents for wastewater treatment. Proc. of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2019. No 1 (53). Pp. 242-248.
9. Fedotova Yu. V., Spitsyn A. A. Treatment of wastewater from forest chemical industries. Eurasian Union of Scientists. 2019. No 12-5 (69). Pp. 46-51.
10. Smolyanichenko A. S., Yakovleva E. V. Optimization of the process of industrial wastewater treatment by disaggregation of phase-dispersed contaminants. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. V. 14. No 6. P. 34-50.
11. Hajiyeve S. R., Shamilov N. T., Bayramov G. I., Rakida N. M. Ecology effective treatment of industrial wastewater formed in the oil-producing industry by coagulation method. Azerbaijan Chemical Journal. 2021. № 3. Pp. 63-66.
12. Kazeminejad F., Hojjati M. R. 2019 Preparation of superabsorbent composite based on acrylic acid-hydroxypropylstarch phosphate and clinoptilolite for agricultural applications. Applied Polymer Science. 2019. V. 136 (16). 4736.
13. Kochetov G., Prikhna T., Kovalchuk O., Samchenko D. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method. Eastern-European J. of Enterprise Technologies. 2018. V. 3. Pp. 52–60.
14. Kundenok S. B., Kovalenko Yu. A. Reagent purification of various types of wastewater using a three-component composition. Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University. 2021. No 1 (46). Pp. 96-105.
15. Fadeev A. B., Kruchinina N. E., Zaitseva A. D. Treatment of wastewater from copper complex compounds Advances in chemistry and chemical technology. 2019. V. 33. No 5 (215). Pp. 93-95.

Информация об авторе

Денисова Мария Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: masha2008-1988@mail.ru.

Овчинников Алексей Семенович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: oas_volgau@mail.ru.

Бочарников Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: bocharnikov_vs@mail.ru.

Бочарникова Олеся Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Козинская Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: kozinska1977@mail.ru.

Пустовалов Евгений Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 40002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: pustovalov-evgeniy@mail.ru.

Author's Information

Denisova Maria Alekseevna, Ph.D. in Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: masha2008-1988@mail.ru.

Ovchinnikov Aleksey Semenovich, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, professor head of the department of "Applied geodesy, environmental management and water use", Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: oas_volgau@mail.ru.

Bocharnikov Viktor Sergeevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: bocharnikov_vs@mail.ru.

Bocharnikova Olesya Vladimirovna, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Kozinskaya Olga Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Use, Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: kozinska1977@mail.ru.

Pustovalov Evgeniy Vasilievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Use, Volgograd Agrarian University (Russian Federation, 40002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), e-mail: pustovalov-evgeniy@mail.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-51

OPTIMIZATION OF THE DRYING PROCESS OF GLUTEN-FREE PASTA FROM NON-TRADITIONAL FLOUR RAW MATERIALS: MATHEMATICAL MODELING

A. I. Kabylda, A. S. Kazhybekova, Zh. Z. Urazbayev, N. M. Kerimbekova

*Astana branch of LLP «Kazakh research institute of processing and food industry»
Astana, Kazakhstan*

Corresponding author E-mail: anara121579@gmail.com

Received 22.05.2023

Submitted 30.11.2023

The research was carried out within the framework of the scientific and technical program of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021-2023 BR10764977 "Development of modern technologies for the production of dietary supplements, enzymes, starter cultures, starch, oils, etc. in order to ensure the development of the food industry"

Summary

In the process of work, the drying temperature of pasta from 50 °C to 60 °C and the drying time from 105 to 110 minutes, during which the drying process of pasta is carried out at optimal humidity values. This model describes the drying process in real form and ensures the convergence of calculations with observations. The model was used to develop a temporary drying protocol for belt conveyor dryers with phased heat supply.

Abstract

Introduction. The drying procedure is the key to obtaining pasta of a given quality and at a certain price. However, the existing models are mainly intended to describe the drying process in a stationary state. **Materials and methods.** The mathematical model of gluten-free pasta drying based on non-traditional raw materials allows us to determine the temperature and humidity gradient curve for tubular pasta. **Results and conclusions.** Thus, a mathematical model was built that allowed to set their optimal values in the right amount, the best settings for minimizing the cost of thermal energy while