

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

АНАЛИЗ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ПРОЦЕССАХ АЭРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

И. М. МАХМУДОВ¹, д-р техн. наук, профессор

I. M. MAHMUDOV¹, Dr. Sci. (Tech.), Professor

У. Ф. МАМИРОВ², д-р техн. наук, профессор

U. F. MAMIROV², Dr. Sci. (Tech.), Professor

С. С. НУРОВ¹, канд. техн. наук, доцент

S. S. NUROV¹, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

siroj.nurov@gmail.com

¹Бухарский государственный технический университет, Узбекистан, г. Бухара

²Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан, г. Ташкент

¹Bukhara State Technical University, Uzbekistan, Bukhara

²Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

Аннотация. В данной работе изучены факторы, влияющие на эффективность процесса аэрации сточных вод, в частности – на концентрацию растворенного кислорода, который в значительной степени определяет качество процесса аэрации. Приведены параметры с указанием их характеристики влияния на текущее значение уровня кислорода в аэротенке. Также в работе предложена система управления процессом аэрации, основанной на нечеткой логике управления, которая в последнее время набирает все более широкий масштаб применения в системах управления технологическими процессами и производством. Проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков данного метода с классическим ПИД-регулированием. Разработаны математическая модель нечеткой логики управления процессом аэрации на основе метода Мамдани и база правил управления параметрами входных и выходных сигналов в текущий момент времени.

Ключевые слова: аэрация, концентрация растворенного кислорода, сточная вода, нечеткая логика, фазификация

Список источников

1. Бельчинская Л.И., Козлов М.Н., Кузнецова Т.Ф. Биологическая очистка сточных вод: факторы влияния и оптимизация процесса // Водоочистка. – 2020. – № 3. – С. 45–52.
2. Henze M., van Loosdrecht M.C.M., Ekama G.A., Brdjanovic D. Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. – 2nd ed. – London: IWA Publishing, 2020. – 620 p.
3. Иванов А.В., Петрова Е.Н. Влияние температуры на эффективность биологической очистки сточных вод // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 12–18.
4. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. – 5th ed. – New York: McGraw-Hill, 2014. – 2048 p.
5. Соколов Д.М., Маркова О.П. Органическая нагрузка и ее влияние на процессы аэрации сточных вод // Вестник МГСУ. – 2019. – № 6. – С. 78–85.
6. Пономарев В.Г., Смирнова Т.А. Роль pH в биологических процессах очистки сточных вод // Химия и технология воды. – 2022. – Т. 44, № 2. – С. 101–110.
7. Olsson G., Newell B. Wastewater Treatment Systems: Modelling, Diagnosis and Control. – London: IWA Publishing, 1999. – 740 p.
8. Astrom K.J., Hagglund T. Advanced PID Control. – Research Triangle Park, NC: ISA, 2006. – 460 p.
9. Zadeh L.A. Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes. – New York: Academic Press, 1975. – 496 p.
10. Kosko B. Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992. – 449 p.
11. Mamdani E.H., Assilian S. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller // International Journal of Man-Machine Studies. – 1975. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–13.

ANALYSIS OF INFLUENCING FACTORS AND DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC IN WASTEWATER AERATION PROCESSES

Abstract. *This paper studies the factors affecting the efficiency of the wastewater aeration process, in particular the concentration of dissolved oxygen, which largely determines the quality of the aeration process. Parameters are given with an indication of their characteristics of the impact on the current value of the oxygen level in the aeration tank. The paper also proposes a control system for the aeration process based on fuzzy logic control, which has recently been gaining an increasingly wide scale of application in process control systems and production. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of this method with classical PID control is carried out. A*

mathematical model of fuzzy logic for controlling the aeration process based on the Mamdani method and a rule base for controlling the parameters of input and output signals at the current time are developed.

Keywords: *aeration, dissolved oxygen concentration, wastewater, fuzzy logic, fuzzification*

References

1. Bel'chinskaya L.I., Kozlov M.N., Kuznetsova T.F. *Biologicheskaya ochistka stochnykh vod: faktory vliyaniya i optimizatsiya protsessy* [Biological wastewater treatment: influencing factors and process optimization]. // *Vodoochistka*. - 2020. - № 3. - S. 45-52.
2. Henze M., van Loosdrecht M.C.M., Ekama G.A., Brdjanovic D. *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design*. - 2nd ed. - London: IWA Publishing, 2020. - 620 p.
3. Ivanov A.V., Petrova E.N. *Vliyanie temperatury na effektivnost' biologicheskoy ochistki stochnykh vod* [Influence of temperature on the efficiency of biological wastewater treatment]. // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. - 2021. - T. 25, № 4. - S. 12-18.
4. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. - 5th ed. - New York: McGraw-Hill, 2014. - 2048 p.
5. Sokolov D.M., Markova O.P. *Organicheskaya nagruzka i ee vliyanie na protsessy aeratsii stochnykh vod* [Organic load and its impact on wastewater aeration processes]. // *Vestnik MGSU*. - 2019. - № 6. - S. 78-85.
6. Ponomarev V.G., Smirnova T.A. *Rol' pH v biologicheskikh protsessakh ochistki stochnykh vod* [The role of pH in biological wastewater treatment processes]. // *Khimiya i tekhnologiya vody*. - 2022. - T. 44, № 2. - S. 101-110.
7. Olsson G., Newell B. *Wastewater Treatment Systems: Modelling, Diagnosis and Control*. - London: IWA Publishing, 1999. - 740 p.
8. Astrom K.J., Hagglund T. *Advanced PID Control*. - Research Triangle Park, NC: ISA, 2006. - 460 p.
9. Zadeh L.A. *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*. - New York: Academic Press, 1975. - 496 p.
10. Kosko B. *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. - Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992. - 449 p.
11. Mamdani E.H., Assilian S. *An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller*. // *International Journal of Man-Machine Studies*. - 1975. - Vol. 7, No. 1. - P. 1-13.

© Махмудов И.М., Мамиров У.Ф., Нуров С.С., 2025