

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ХЛОР-АНИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ**А.М. ДЖАВАД, докторант  
jalilovm@rambler.ru

А.М. JAVAD, Doctoral

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет, Азербайджан, Баку*  
*Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku*

**Аннотация.** В статье рассматривается методика определения экономической эффективности технологии хлор-анионирования при подготовке питьевой воды для горячего водоснабжения. Учитывая отсутствие доступных известных методик для оценки экономической эффективности новых технологий, здесь предложена методика, основанная на фактических затратах. Согласно предложенной технологии, подготовка питьевой воды для горячего водоснабжения осуществляется с использованием хлор-анионирования в сильноосновных анионитах в хлор-форме, регенерируемых раствором NaCl. При этом концентрация катионов жесткости, необходимая для организма человека, в обработанной воде не изменяется. Снижается только концентрация накипеобразующих анионов  $SO_4^{2-}$  и  $HCO_3^-$ . Установка подготовки питьевой воды в основном состоит из анионитного фильтра, загруженного высокоосновным анионитом пищевого качества. Обычно перед анионитным фильтром устанавливается фильтр с активированным углем, а после — аппарат ультрафиолетовой дезинфекции. Поэтому при определении экономической эффективности рассматривались оба варианта установки. Для обоих вариантов, т.е. когда учитывается только анионитный фильтр и когда установка укомплектована полностью, выведены математические выражения для определения общей и удельной стоимости установки, годовых затрат на подготовку питьевой воды и стоимости  $1 \text{ м}^3$  обработанной воды в зависимости от производительности установки. Учитывая, что установки данного типа применяются в квартальных котельных и в котельных жилых домов, производительность установки принята в пределах  $1-20 \text{ м}^3/\text{час}$ . Результаты расчетов показывают, что стоимость  $1 \text{ м}^3$  питьевой воды, вырабатываемой на полностью укомплектованной установке, с увеличением производительности от 1 до  $20 \text{ м}^3/\text{час}$  уменьшается с 0,074 до 0,062 долларов США. Это примерно в 6 раз меньше стоимости питьевой воды в Баку ( $0,4117 \text{ \$/м}^3$ , без учета канализации). Если учитывать только анионитный фильтр, стоимость обработанной воды составляет 77–90 % стоимости при полной комплектации установки.

**Ключевые слова:** водоподготовка, хлор-анионирование, горячее водоснабжение, катионы жесткости, бикарбонат и хлор анионы, эффективность

**Список источников**

1. СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Изменение к СанПиН 2.1.4.1074-01».
2. Всемирная организация здравоохранения нутриенты в питьевой воде. Вода, санитария, охрана здоровья и окружающей среды Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2003, 60с. [https://vadavoz.by/upload/files/water-standards/drinking\\_water/3\\_voz\\_standards/voz-nutrienty-v-pitevoy-vode.pdf](https://vadavoz.by/upload/files/water-standards/drinking_water/3_voz_standards/voz-nutrienty-v-pitevoy-vode.pdf)
3. Водоподготовка: Справочник. / под ред. Д.т.н., действительного члена академии промышленной экологии С.Е.Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
4. М.Ф.Джалилов, М.М.Азимова, А.М.Джалилова. О новой технологии подготовки горячей питьевой воды. Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. Т. 60, № 5 (2017), с. 484–492.
5. М.Джалилов, М.Азимова, А.Джалилова. Водоподготовка для систем теплоснабжения. LAP LAMBERT Academic Publishing, International Book Market service Ltd., member of OmniScritum Publishig Group All rights reserved. Beau Bassin 2018, 61с.
6. А.М. Джалилова. Новая технология подготовки воды для системы горячего водоснабжения. Энергоснабжение и водоподготовка, №6 (128), Москва, декабрь 2020, С.4-7
7. M.F.Cəlilov, G.H.Feyziyeva, A.M.Cəlilova İsti suyun hazırlanması prosesində ərpın yaranmasının qarşısının alınması üsulu. Azərbaycan Respublikası Əqli mülkiyyət Agentliyi. Patent İxtira. İ 2021 003, Dövlət reyestrində qeyd olunub: 18.02.2021
8. Jalilov Mardan, Jalilova Ayten, Feyziyeva Gulnar, Azimova Makhanim. A New Technology to Prevent the Formation of Limescale in Hot Water Supply Systems. Key Engineering Materials. ISSN: 1662-9795, Vol. 841, pp 36-40 doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.841.36 © 2020 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland
9. Теплоснабжение: Учебник для вузов/А.А.Ионин, Б.М.Хлыбов, В.Н.Братенков, Е.Н.Терлетская; под ред. А.А.Иониной. -М.: Стройиздат, 1982.-336с.
10. G. H. Feyziyeva, R. T. Ismayilov, A. M. Jalilova. Research of Water Preparation Process for Hot Water Supply Systems Using CL-Anionization Method. ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2025, Vol. 47, No. 3, pp. 253-258. © Allerton Press, Inc., 2025. Ukrainian Text © The Author(s), 2025, published in Khimiya i Tekhnologiya Vody, 2025, Vol. 47, No. 3, pp. 309-315.
11. Методические указания по применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций РД 34.37.526-94. Москва, 1994, 43 с.

## ON THE DETERMINATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE CHLORIDE-ANIONIZATION WATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR HOT WATER SUPPLY

**Abstract.** The article discusses a methodology for determining the cost-effectiveness of chlorine anionization technology in the preparation of drinking water for hot water supply. Given the lack of available known methods for assessing the cost-effectiveness of new technologies, a methodology based on actual costs is proposed. According to the proposed technology, drinking water for hot water supply is prepared using chlorine anionization in strongly basic anion exchange resins in chlorine form, regenerated with a NaCl solution. In this case, the concentration of hardness cations required for the human body does not change in the treated water. Only the concentration of scale-forming anions  $SO_4^{2-}$  and  $HCO_3^-$  decreases. The drinking water treatment plant mainly consists of an anion exchange filter loaded with a highly basic food-grade anion exchange resin. Typically, an activated carbon filter is installed in front of the anion exchange filter, and an ultraviolet disinfection unit is installed after it. Therefore, when determining the cost-effectiveness, both plant options were considered. For both options, i.e. When only the anion exchange filter is taken into account and when the unit is fully equipped, mathematical expressions have been derived to determine the total and specific cost of the unit, the annual costs of drinking water treatment, and the cost of  $1\text{ m}^3$  of treated water depending on the unit's capacity. Considering that units of this type are used in district boiler houses and in residential boiler houses, the unit's capacity is assumed to be within the range of  $1\text{--}20\text{ m}^3/\text{hour}$ . The calculation results show that the cost of  $1\text{ m}^3$  of drinking water produced by a fully equipped unit decreases from  $\$0.074$  to  $\$0.062$  with an increase in capacity from  $1$  to  $20\text{ m}^3/\text{hour}$ . This is approximately 6 times less than the cost of drinking water in Baku ( $\$0.4117/\text{m}^3$ , excluding sewerage). When only the anion exchange filter is taken into account, the cost of treated water is 77–90% of the cost of a fully equipped unit.

**Keywords:** water treatment, chlor-anionization, hot water supply, hardness cations, bicarbonate and chloride anions, efficiency

### References

1. SanPiN 2.1.4.2496-09 «Gigienicheskie trebovaniya k obespecheniju bezopasnosti sistem gorjachego vodosnabzhenija. Izmenenie k SanPiN 2.1.4.1074-01».
2. Vsemirnaja organizacija zdravoohraneniya nutrienty v pit'evoy vode Voda, sanitariya, ohrana zdorov'ja i okruzhajushhej sredy Vsemirnaja organizacija zdravoohraneniya Zheneva, 2003, 60c. <http://zno.znaimo.com.ua/>
3. Vodopodgotovka: Spravochnik. / pod red. D.t.n., deystvitelnogo chlena akademii promyshlennoy ekologii S.E. Belikova. M.: Akva-Term, 2007. – 240 s.
4. M.F. Dzhililov, M.M. Azimova, A.M. Dzhililova. O novoy tekhnologii podgotovki goryachey pit'yevoy vody. Energetika. Izv. vyssh. ucheb. zavedeniya i energ. ob'yedineniy SNG. T. 60, № 5 (2017), s. 484–492.
5. M. Dzhililov, M. Azimova, A. Dzhililova. Vodopodgotovka dlya sistem teplosnabzheniya. LAP LAMBERT Academic Publishing, International Book Market Service Ltd., member of OmniScritum Publishing Group. All rights reserved. Beau Bassin 2018, 61 s.
6. A.M. Dzhililova. Novaya tekhnologiya podgotovki vody dlya sistemy goryachego vodosnabzheniya. Energospabzhenie i vodopodgotovka, № 6 (128), Moskva, dekabr' 2020, s. 4-7.
7. M.F. Jalilov, G.H. Feyziyeva, A.M. Jalilova. A method for preventing the formation of limescale in the hot water preparation process. Azerbaijan Republic Intellectual Property Agency. Patent Invention. I 2021 003, Registered in the State Register: February 18, 2021.
8. Teplosnabzhenie: Uchebnik dlja vuzov/A.A.Ionin, B.M.Hlybov, V.N.Bratenkov, E.N.Terletskaia; pod red. A.A.Ionina.-M.:Strojizdat, 1982.-336s.
9. Jalilov Mardan, Jalilova Ayten, Feyziyeva Gulnar, Azimova Makhanim. A New Technology to Prevent the Formation of Limescale in Hot Water Supply Systems. Key Engineering Materials. ISSN: 1662-9795, Vol. 841, pp 36-40 doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.841.36 © 2020 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland
10. G. H. Feyziyeva, R. T. Ismayilov, A. M. Jalilova. Research of Water Preparation Process for Hot Water Supply Systems Using CL-Anionization Method. ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2025, Vol. 47, No. 3, pp. 253–258. © Allerton Press, Inc., 2025. Ukrainian Text © The

Author(s), 2025, published in Khimiya i Tekhnologiya Vody, 2025, Vol. 47, No. 3, pp. 309–315.

11. Metodicheskie ukazaniya po primeneniyu ionitov na vodopodgotovitel'nykh ustanovkakh teplovykh elektrostantsiy RD 34.37.526-94. Moskva, 1994.

©Джавад А.М., 2025