

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ. ПРОБЛЕМЫ ЖКК. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 628

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.4.2

КАЧЕСТВО ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ЩЕЛКОВСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Орлов

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с ухудшением качества воды во внутреннем холодном водопроводе жилых зданий, расположенных в микрорайоне Щелково-3 (бывший поселок Чкаловский, Щелковский район Московской области).

Предмет исследования: статья посвящена вопросам изучения качества холодной воды централизованного внутреннего водопровода домов, расположенных в микрорайоне Щелково-3 (Щелковский район Московской области).

Цели: целью исследования явилось изучение проблем, связанных с ухудшением качества воды в системах внутреннего водопровода жилых зданий.

Материалы и методы: для изучения качества воды были сданы ее пробы в специализированную лабораторию, на основании которых было вынесено решение о ее качестве и соответствии нормам для питьевого водоснабжения.

Результаты: после получения результатов анализов и их интерпретации было сделано заключение о неудовлетворительном состоянии воды по причине большой общей жесткости.

Выводы: качество воды после анализа не соответствовало требованию санитарно-эпидемиологических норм по причине превышения в 1,14 раз показателя жесткости. Таким образом, такую воду для питьевых нужд употреблять не рекомендуется.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водоснабжение, внутренний водопровод, очистка воды, водоразборный прибор, жесткость, качество воды, насос, водозаборное сооружение, анализ воды, предельно-допустимые концентрации

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Орлов Е.В. Качество водопроводной воды в жилых зданиях Щелковского района Московской области // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 4 (25). Ст. 2. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

QUALITY OF MAIN WATER IN RESIDENTIAL UNITS OF SHCHELKOVSKY DISTRICT OF THE MOSCOW REGION

E.V. Orlov

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoe Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation*

This article deals with the issues related to water quality impairment in the house cold water plumbing system of the residential units located in Shchelkovo-3 residential district (the former settlement Chkalovsky, Shchelkovsky district of the Moscow region).

Research question: this article is devoted to the study of the quality of cold water in the centralized house water plumbing in the houses located in Shchelkovo-3 residential district (Shchelkovsky district of the Moscow region).

Objects: the object of the research is the study of the issues related to water quality impairment in the house water plumbing systems in the residential units.

Materials and methods: in order to study the water quality, its samples were submitted to a specialized laboratory, and on the basis of these samples a decision about the water quality and its compliance for drinking water supply was made.

Results: after achieving the analysis results and their interpretation, a conclusion about unsatisfactory water condition due to large total hardness of water was made.

Conclusions: the quality of water after the analysis did not meet the requirements of sanitary and epidemiological norms due to 1.14 increase of hardness index. Thus, it is not recommended to use such water for drinking.

KEY WORDS: water supply, house water plumbing, water purification, water hydrant equipment, hardness, quality of water, waterpump, abstraction intake, water analysis, maximum permissible concentration

FOR CITATION: Orlov E.V. Kachestvo vodoprovodnoy vody v zhilykh zdaniyakh Shchelkovskogo rayona Moskovskoy oblasti [Quality of Main Water in Residential Units of Shchelkovsky District of the Moscow Region]. Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie [Construction: Science and Education]. 2017, vol. 7, issue 4 (25), paper 2. Available at: <http://nso-journal.ru>. (In Russian)

ВВЕДЕНИЕ

Щелковский район Московской области входит в московскую агломерацию, административным его центром является город Щелково. В настоящее время подачу воды в жилые дома района, подключенные к централизованным системам холодного водоснабжения, осуществляет муниципальное унитарное предприятие «Межрайонный Щелковский водоканал». Некоторое время назад жителями микрорайона Щелково-3 (бывший поселок Чкаловский), входящего в Щелковский район, были замечены определенные изменения в качестве воды. Было заявлено о неприятных запахах и привкусах воды из водоразборных приборов, наличии белого осадка в гидрозатворах унитазов и решеток выпускных отверстий умывальников, моек и ванн.

В нашей стране вода из системы внутреннего холодного водопровода в обязательном порядке должна соответствовать нормам СанПиН 2.1.4.1074-01¹. От этого зависит здоровье людей, пользующихся внутренним холодным водопроводом. Выяснение причины ухудшения качества воды будет являться задачей настоящего исследования.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Вопросам улучшения качества природных вод посвящены многочисленные работы [1–15]. Кроме того, данной проблематикой занимались и зарубеж-

ные ученые [16–17]. Однако вопросам изучения качества воды в жилых зданиях Московской области внимание никто не уделял.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С учетом многочисленных жалоб на качество воды в системе холодного внутреннего водопровода было решено провести исследование, воду необходимо было сдать на анализ в сертифицированную лабораторию. В пластиковую тару было собрано примерно 2,5 л воды по рекомендованной лабораторией технологии для того, чтобы избежать искажения результатов эксперимента. Использовалась пластиковая бутылка из-под питьевой воды, которую предварительно ополоснули той же водой, которую собирались сдавать на анализ. Вначале включили смеситель и дали некоторое время стечь застоявшейся воде из водопровода, потом, избегая пузырения воды, произвели наполнение тары.

Было решено сдать воду по 16 стандартным показателям (так называемый базовый анализ воды), которые предложила лаборатория для анализа качества воды. Исследуемые показатели приведены в табл.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты лабораторных исследований показали, что вода не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, так как общая жесткость превышает норматив в 1,14 раза. Остальные показатели воды были в норме (табл.).

Значение жесткости 8,0 мг-экв/л (норма — не более 7,0 мг-экв/л) позволяет отнести данную воду

Протокол исследования качества воды

| Показатель | Результаты количественного химического анализа холодной воды | Требования к питьевой воде: ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01, не более |
|--|--|---|
| Водородный показатель pH | 7,4 | 6,0...9,0 |
| Жесткость общая, мг-экв/л | 8,0 | 7,0 |
| Кальций Ca, мг/л | 100 | Не нормируется |
| Магний Mg, мг/л | 36 | Не нормируется |
| Щелочность общая, мг-экв/л | 6,0 | Не нормируется |
| Сульфаты SO ₄ ²⁻ , мг/л | 76 | 500 |
| Хлориды Cl ⁻ , мг/л | 81 | 350 |
| Нитраты по NO ₃ ⁻ , мг/л | 19 | 45 |
| Железо общее Fe _{общ} , мг/л | 0,04 | 0,3 |
| Марганец Mn ²⁺ , мг/л | 0,03 | 0,1 |
| Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /л | 1,2 | 5,0 |
| Аммоний NH ₄ ⁺ , мг/л | 0,2 | 2,0 |
| Фториды F ⁻ , мг/л | 0,1 | 1,5 |
| Цветность, ° | 11 | 20 |
| Мутность, мг/л | 0,15 | 1,5 |
| Сухой остаток, мг/л | 480 | 1000 |

по классификации к жесткой. При таких показателях соли жесткости, такие как сульфат магния, могут придавать воде характерный горький вкус. Как раз потребители это ощущают, если жесткость превышает значение 7,0 мг-экв/л [18–20].

Кроме того, потребление воды с высокой жесткостью способствует развитию мочекаменной болезни. Соли жесткости мешают нормальному перевариванию пищи в желудке, таким образом, некоторые витамины и микроэлементы не всасываются. Резко возрастает вероятность заболевания дерматитом (воспалительное поражение кожи). Это происходит в результате образования кальциево-магниевых мыл, которые раздражают кожу и слизистые, кожа грубеет, волосы становятся жесткие. Кроме того, в жесткой воде увеличивается расход моющих средств.

Одежда, постиранная в жесткой воде, теряет свою мягкость и желтеет. Кроме того, жесткость является главной причиной раннего выхода из эксплуатации стиральных и посудомоечных машин.

Приготовление пищи с помощью жесткой воды — очень большая проблема. Мясо и бобовые плохо развариваются, плохо заваривается чай. На стенках посуды и санитарно-технических приборов образуется накипь.

Таким образом, вода с большой жесткостью приносит очень много проблем жителям во всех их сферах контакта с водопроводной водой.

ВЫВОДЫ

В качестве выводов можно отметить, что наличие жесткой воды (более 7,0 мг-экв/л) недопустимо в системах внутреннего холодного водопровода, так как это приводит к большим проблемам, перечисленным выше. Далее необходимо выяснить, почему такое произошло: целесообразно отправить в организацию претензионное письмо с требованиями объяснить причину повышенного содержания значения общей жесткости и попросить принять меры к ее понижению до требуемых значений. Как правило, необходимо применять установки по умягчению воды.

Кроме того, целесообразно сдать воду еще раз на анализ уже по расширенной программе, которую предлагает сертифицированная лаборатория (примерно по 33 показателям) и передать его на предприятие. Это позволит говорить о характере происходящей ситуации в системах внутреннего холодного водопровода микрорайона Щелково-3 Московской области.

В качестве рекомендаций по использованию такой воды до получения официального ответа и принятия необходимых мер можно предложить следующее: употреблять ее в питьевых целях нельзя, целесообразно пользоваться бутилированной водой, на которой также придется готовить и пищу, а также воздержаться от покупки различных приборов по умягчению воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журба М.Г. Инновационные технологии фильтрации водных суспензий через плавающие полимерные загрузки // Водоснабжение и канализация. 2010. № 5–6. С. 47–56.
2. Говорова Ж.М., Говоров О.Б. Исследование и опыт внедрения технологии обезжелезивания и умягчения подземной воды в московской области // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 6–15.
3. Говоров О.Б., Говорова Ж.М., Ерикина М.Н. и др. Реконструкция станции обезжелезивания с применением безреагентной энергосберегающей технологии кондиционирования подземной воды // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2016. № 5. С. 27–36.
4. Говорова Ж.М., Петров Ю.В., Говоров О.Б. Технология очистки воды из водоисточников с повышенными антропогенными нагрузками (обоснование, разработка, внедрение) // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 2. С. 37–45.
5. Долгополов П.И., Амосова Э.Г., Журавлев С.П. Особенности реагентного умягчения подземных вод и концентрата обратноосмотических установок в вихревых реакторах // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 2. С. 32–37.
6. Юрчевский Е.Б., Первов А.Г., Пичугина М.А. Очистка воды от органических загрязнений с использованием мембранных технологий водоподготовки // Энергосбережение и водоподготовка. 2016. № 5 (103). С. 32–45.
7. Первов А.Г., Андрианов А.П., Чухин В.А. и др. Определение эффективности ингибиторов нового поколения в обратноосмотических установках // Мембраны и мембранные технологии. 2016. Т. 6. № 3. С. 268–282.
8. Pervov A.G., Andrianov A.P., Yurchevskiy E.B. Principles of utilization of reverse osmosis concentrate at water treatment facilities // Petroleum Chemistry. 2015. Vol. 55. No. 10. Pp. 871–878.
9. Pervov A.G., Andrianov A.P., Gorbunova T.P., Bagdasaryan A.S. Membrane technologies in the solution of environmental problems // Petroleum Chemistry. 2015. Vol. 55. No. 10. Pp. 879–886.
10. Pervov A.G., Andrianov A.P. Removal of calcium carbonate from reverse osmosis concentrate by seed crystallization // Petroleum Chemistry. 2015. Vol. 55. No. 5. Pp. 373–388.
11. Pervov A.G. Modernization of conventional spiral wound module — principles to design RO without

pretreatment and concentrate effluents // *Desalination and Water Treatment*. 2015. Vol. 55. No. 9. Pp. 2326–2339.

12. *Pervov A.G., Andrianov A.P., Chukhin V.A., Efremov R.V.* The development and evaluation of new biodegradable acrylic acid based antiscalants for reverse osmosis // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10. No 5. Pp. 3979–3986.

13. *Pervov A.G., Matveev N.A.* Stormwater treatment for removal of synthetic surfactants and petroleum products by reverse osmosis including subsequent concentrate utilization // *Petroleum Chemistry*. 2014. Vol. 54. No. 8. Pp. 686–697.

14. *Дзенис Л., Гогина Е.С., Гуринович А.Д.* Модернизация малых очистных сооружений по технологии SBR // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2014. № 2. С. 72–78.

15. *Гогина Е.С., Саломеев В.П., Побегайло Ю.П., Макиша Н.А.* Устройство, особенности строительства и эксплуатации индивидуальных очистных сооружений в РФ // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2014. № 10 (93). С. 142–147.

16. *Li Lei, Jinren Ni.* Three dimensional three-phase model for simulation of hydrodynamics, oxygen mass transfer, carbon oxidation, nitrification and denitrification in an oxidation ditch // *Water research*. 2014. No. 53. Pp. 200–214.

17. *Insel G., Artan N., Orhon D.* Effect of Aeration on Nutrient Removal Performance of Oxidation Ditch Systems // *Environmental Engineering Science*. 2005. Vol. 22. No. 6. Pp. 802–815.

18. *Liu Y.L., Wei W.L., Lv B., Yang X.F.* Research on optimal radius ratio of impellers in an oxidation ditch by using numerical simulation // *Desalination and Water Treatment*. 2014. Vol. 52. No. 13–15. Pp. 2811–2816.

19. *Mantziaras D., Stamou A., Katsiri A.* Effect of operational cycle time length on nitro-gen removal in an alternating oxidation ditch system // *Bioprocess Biosystems Engineering*. 2010. Vol. 34. No. 5. Pp. 597–606.

20. *Peng Y., Hou H., Wang S. et al.* Nitrogen and phosphorus removal in pilot-scale anaerobic-anoxic oxidation ditch system // *Journal of Environmental Sciences*. 2008. Vol. 20. No. 4. Pp. 398–403.

Поступила в редакцию 11 июля 2017 г.

Принята в доработанном виде 4 октября 2017 г.

Одобрена для публикации 25 октября 2017 г.

ОБ АВТОРЕ: **Орлов Евгений Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; viv-k@yandex.ru.

INTRODUCTION

Shchelkovsky district of the Moscow region is a part of Moscow metropolitan area, its administrative center is the city of Shchelkovo. Currently, the water supply to residential units in the district connected to the centralized cold-water supply systems, is carried out by the local municipal unitary enterprise “Interdistrict Shchelkovsky water and wastewater treatment plant”. Some time ago, the residents of the residential district Shchelkovo-3 (the former settlement Chkalovsky), being a part of Shchelkovsky district, noticed certain changes in the quality of water. It was alleged about the unpleasant smells and flavor of the water from water hydrant equipment, the presence of white dregs in hydraulic hitches of closet basins and the discharge grates of wash basins, sinks and baths.

In our country, the water from the house cold water plumbing system must necessarily comply with SanPiN 2.1.4.1074-01². The health of the people who

use the house cold water plumbing system depends on this. The explanation of the cause of water quality impairment will always be the task of this research.

LITERATURE REVIEW

Many works have been devoted to the improvement of natural water quality [1–15]. Moreover, foreign scientists dealt with this subject [16–17]. However, no one paid attention to the study of water quality in the residential units of Moscow region.

MATERIALS AND METHODS

Taking into account the numerous complaints about the quality of water in the house cold water plumbing system, it was decided to carry out the research, the water had to be submitted for the analysis in a regulated laboratory. About 2.5 liters of water was collected into plastic containers according to the laboratory recommended technology in order to avoid the experiment results. A plastic bottle for drinking water was used, and it was preliminary rinsed by the water

² SanPiN 2.1.4.1074-01 Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems.

subject to be analysed. At first, the mixer was turned on and some time was given for the stagnant water to leak off from the water supply system, then, avoiding water blistering, the container was filled.

It was decided to hand in the water according to 16 standard indicators (so-called basic water analysis), that were suggested by the laboratory for carrying out the analysis of water quality. The investigated indicators are given in Table.

RESEARCH RESULTS

The results of laboratory studies proved that the water does not meet the requirements of SanPiN 2.1.4.1074-01, as the total hardness exceed the standards in 1.14. The remaining water indicators were normal (Table).

The hardness value of 8.0 mg-equ/L (norm — no more than 7.0 mg-equ/L) allows to classify this water as hard according to the classification. At these rates, the hardness salts, such as magnesium sulphate, can add specific bitter flavor to the water. This is exactly what consumers feel if the hardness exceeds 7.0 mg-equ/L [18–20].

Moreover, the consumption of water with high hardness promotes the progress of urolithiasis. Hardness salts interfere with the normal gastrointestinal digestion in the stomach, therefore some vitamins and microelements are not absorbed. The risk of dermatitis sharply increases (inflammatory dermhelminthiasis). This occurs as a result of the formation of calcium-magnesium soaps, that irritate the skin and mucous membranes, the skin becomes calloused, the hair becomes coarse.

Moreover, the consumption of detergent agents in the hard water increases.

The clothing washed in hard water, loses its softness and turns yellow. Furthermore, hardness is the main reason for early decommissioning of washing machines and dishwashers.

Cooking with hard water is a very big problem. Meat and beans are poorly boiled, tea is not easily brewed up. On the walls of dishes and sanitary appliances, limescale is formed.

Therefore, the water with great hardness brings an amount of problems to the residents in all the areas of their contact with main water.

ABSTRACTS

As a conclusion, it can be noted that the presence of hard water (more than 7.0 mg-equ/L) is not acceptable in the house cold water plumbing systems, as it leads to the big problems listed above. Further, it is necessary to find out the reasons why this happened: it is reasonable to send a claim letter to the organization requiring for the explanation of the reason for the increased content of the total fluid and asking to take measures to reduce it to the required values. In general, it is necessary to use water softeners.

Moreover, it is advisable to give the water one more time to be analyzed according to the expanded program, that the regulated laboratory suggests (about 33 indicators) and to submit it to the enterprise. This will allow us to talk about the nature of current situation in the house cold water plumbing systems in Shchelkovo-3 residential district of the Moscow region.

Quality of water research protocol

| Index | Results of quantitative chemical analysis of cold water | Requirements for drinking water: MPC according to SanPiN 2.1.4.1074-01, no more than |
|--|---|--|
| Hydrogen ion concentration pH | 7.4 | 6.0...9.0 |
| Total water hardness, mg-equ/L | 8.0 | 7.0 |
| Calcium Ca, mg/l | 100 | Not defined |
| Magnesium Mg, mg/l | 36 | Not defined |
| Total alkalinity, mg-equ/L | 6.0 | Not defined |
| Sulphates SO ₄ ²⁻ , mg/l | 76 | 500 |
| Chlorides Cl ⁻ , mg/l | 81 | 350 |
| Nitrates for NO ₃ ⁻ , mg/l | 19 | 45 |
| Total Ferrum Fe _{tot} , mg/l | 0.04 | 0.3 |
| Manganese Mn ²⁺ , mg/l | 0.03 | 0.1 |
| Per. oxidability, mgO/l | 1.2 | 5.0 |
| Ammonium NH ₄ ⁺ , mg/l | 0.2 | 2.0 |
| Fluorides F ⁻ , mg/l | 0.1 | 1.5 |
| Color value, ° | 11 | 20 |
| Turbidity, mg/l | 0.15 | 1.5 |
| Nonvolatile residue, mg/l | 480 | 1000 |

As recommendations for the use of such water before receiving an official response and taking the necessary measures, the following may be suggested: as this water cannot be used for drinking, it is advisable to use

bottled water, and it also must be used for cooking, and it is recommended to refrain from buying various water softeners.

REFERENCES

1. Zhurba M.G. Innovatsionnye tekhnologii fil'trovaniya vodnykh suspenziy cherez plavayushchie polimernye zagruzki [Innovative Technologies for the Filtration of Aqueous Suspensions through the Floating Polymer Load]. *Vodosnabzhenie i kanalizatsiya* [Water Supply and Sewerage]. 2010, no. 5–6, pp. 47–56. (In Russian)
2. Govorova Zh.M., Govorov O.B. Issledovanie i opyt vnedreniya tekhnologii obezhelezivaniya i umyagcheniya podzemnoy vody v moskovskoy oblasti [Research and Technology of Iron Removal and Softening of Underground Waters in the Moscow Region]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2016, no. 9, pp. 6–15. (In Russian)
3. Govorov O.B., Govorova Zh.M., Erikina M.N. et al. Rekonstruktsiya stantsii obezhelezivaniya s primeneniem bezreagentnoy energosberegayushchey tekhnologii konditsionirovaniya podzemnoy vody [Reconstruction of Iron Removal Station with the Use of Nonchemical Energy Saving Technologies for Conditioning Underground Water]. *Nailuchshie dostupnye tekhnologii vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [Best Available Technology of Water and Wastewater]. 2016, no. 5, pp. 27–36. (In Russian)
4. Govorova Zh.M., Petrov Yu.V., Govorov O.B. Tekhnologiya ochistki vody iz vodoistochnikov s povyshennymi antropogennymi nagruzkami (obosnovanie, razrabotka, vnedrenie) [Technology of Water Purification from Water Sources with High Anthropogenic Loads (Justification, Development, Implementation)]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2014, no. 2, pp. 37–45. (In Russian)
5. Dolgopolov P.I., Amosova E.G., Zhuravlev S.P. Osobennosti reagentnogo umyagcheniya podzemnykh vod i kontsentrata obratnoosmoticheskikh ustanovok v vikhrevykh reaktorakh [Features of the Chemical Softening of Groundwater and Reverse Osmosis Concentrate Plants in the Vortex Reactor]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2008, no. 2, pp. 32–37. (In Russian)
6. Yurchevskiy E.B., Pervov A.G., Pichugina M.A. Ochistka vody ot organicheskikh zagryazneniy s ispol'zovaniem membrannykh tekhnologiy vodopodgotovki [Purification of Water From Organic Impurities Using Membrane Technologies of Water Treatment]. *Energosberezhenie i vodopodgotovka* [Energy Saving and Water Treatment]. 2016, no. 5 (103), pp. 32–45. (In Russian)
7. Pervov A.G., Andrianov A.P., Chukhin V.A. et al. Opredelenie effektivnosti ingibitorov novogo pokoleniya v obratnoosmoticheskikh ustanovkakh [Determination of Efficiency of Inhibitors of the New Generation in Reverse Osmosis Processes]. *Membrany i membrannye tekhnologii* [Membranes and Membrane Technologies]. 2016, vol. 6, no. 3, pp. 268–282. (In Russian)
8. Pervov A.G., Andrianov A.P., Yurchevskiy E.B. Principles of Utilization of Reverse Osmosis Concentrate at Water Treatment Facilities. *Petroleum Chemistry*. 2015, vol. 55, no. 10, pp. 871–878.
9. Pervov A.G., Andrianov A.P., Gorbunova T.P., Bagdasaryan A.S. Membrane Technologies in the Solution of Environmental Problems. *Petroleum Chemistry*. 2015, vol. 55, no. 10, pp. 879–886.
10. Pervov A.G., Andrianov A.P. Removal of Calcium Carbonate From Reverse Osmosis Concentrate By Seed Crystallization. *Petroleum Chemistry*. 2015, vol. 55, no. 5, pp. 373–388.
11. Pervov A.G. Modernization of Conventional Spiral Wound Module — Principles to Design RO without Pretreatment and Concentrate Effluents. *Desalination and Water Treatment*. 2015, vol. 55, no. 9, pp. 2326–2339.
12. Pervov A.G., Andrianov A.P., Chukhin V.A., Efremov R.V. The Development and Evaluation of New Biodegradable Acrylic Acid Based Antiscalants for Reverse Osmosis. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015, vol. 10, no. 5, pp. 3979–3986.
13. Pervov A.G., Matveev N.A. Stormwater Treatment for Removal of Synthetic Surfactants and Petroleum Products By Reverse Osmosis Including Subsequent Concentrate Utilization. *Petroleum Chemistry*. 2014, vol. 54, no. 8, pp. 686–697.
14. Dzenis L., Gogina E.S., Gurinovich A.D. Modernizatsiya malyykh ochistnykh sooruzheniy po tekhnologii SBR [Modernisation of Small Sewage Treatment Plants on SBR Technology]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2014, no. 2, pp. 72–78. (In Russian)
15. Gogina E.S., Salomeev V.P., Pobegaylo Yu.P., Makisha N.A. Ustroystvo, osobennosti stroitel'stva i ekspluatatsii individual'nykh ochistnykh sooruzheniy v RF [Device, Features of Construction and Operation of Individual Sewage Treatment Plants in the Russian Federation]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Irkutsk State Technical University]. 2014, no. 10 (93), pp. 142–147. (In Russian)

16. Li Lei, Jinren Ni. Three Dimensional Three-Phase Model for Simulation of Hydrodynamics, Oxygen Mass Transfer, Carbon Oxidation, Nitrification and Denitrification in An Oxidation Ditch. *Water research*. 2014, no. 53, pp. 200–214.
17. Insel G., Artan N., Orhon D. Effect of Aeration on Nutrient Removal Performance of Oxidation Ditch Systems. *Environmental Engineering Science*. 2005, vol. 22, no. 6, pp. 802–815.
18. Liu Y.L., Wei W.L., Lv B., Yang X.F. Research on Optimal Radius Ratio of Impellers in An Oxidation Ditch By Using Numerical Simulation. *Desalination and Water Treatment*. 2014, vol. 52, no. 13–15, pp. 2811–2816.
19. Mantziaras D., Stamou A., Katsiri A. Effect of Operational Cycle Time Length on Nitro-Gen Removal in An Alternating Oxidation Ditch System. *Bioprocess Biosystems Engineering*. 2010, vol. 34, no. 5, pp. 597–606.
20. Peng Y., Hou H., Wang S. et al. Nitrogen and Phosphorus Removal in Pilot-Scale Anaerobic-Anoxic Oxidation Ditch System. *Journal of Environmental Sciences*. 2008, vol. 20, no. 4, pp. 398–403.

Received July 11, 2017.

Adopted in final form on October 4, 2017.

Approved for publication October 25, 2017.

ABOUT THE AUTHOR: **Orlov Evgeniy Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Water Supply and Sanitation, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, 129337, Moscow, Russian Federation; viv-k@yandex.ru.