УДК 628.168.4

ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Асташина[1] М.В., Жукова[1] М.А., Хусаинов[1] И.Р., Светлаков[1] Я.И.

Уфимский государственный нефтяной технический университет
450080, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.Менделеева, 195, [1]aqua_ufa@mail.ru

Аннотация. В современном мире наглядно видна тенденция акцентуализации экологических вопросов, а именно, рациональность использования природных ресурсов. В частности, тема очищения промышленных, бытовых сточных вод и, соответственно водоподготовка питьевой воды. На текущий момент во многих городах Российской Федерации существует проблема качества воды у конечного потребителя. Несмотря на то, что водоочистные сооружения поставляют питьевую воду в соответствии с ГОСТ Р 51232-98, существует вероятность ее загрязнения при контакте с изношенными участками трубопроводов. В результате конечному потребителю может потребоваться дополнительная очистка в бытовых условиях. Также существует тенденция распространения культуры здорового образа жизни среди населения, которая выводит потребление на разумный уровень, таким образом, среднестатистический потребитель задумывается не только о дополнительной очистке воды в бытовых условиях, но и насыщению ее необходимыми микро и макроэлементами.
Предмет исследования: бытовые фильтры очистки питьевой воды
Материалы и методы: конструктивные модификации бытовых фильтров с применением программного комплекса
Результаты: рассмотрены основные конструктивные особенности бытовых фильтров для очистки питьевой воды на основании которых создана модель отечественной установки бытового фильтра с программным комплексом для дозации витаминно-минеральных компонентов, обеспечивающих поддержание здоровья организма человека.
Выводы: для решения вопроса дополнительной очистки воды в бытовых условиях, ее анализа и обогащения, рынок обладает возможностью предоставить большое количество различных систем. Однако подобные установки не всегда корректны в эксплуатации, есть проблема доступности реагентов. Если анализировать рынок витаминизаторов воды, можно столкнуться с отсутствием контроля над дозой расходуемых комплексов микроэлементов в системе соединения с очищенной водой, что является достаточно нерациональным, также необходимо учитывать окисляемость элементов при контакте с воздушной средой, которая прямо влияет на усвояемость витаминов. На данный момент рынок обладает большим количеством умных фильтров, однако их уникальность характеризуется наличием расходомеров, позволяющие контролировать срок эксплуатации фильтрующей загрузки или картриджей. Поэтому созданный прототип фильтра весьма актуален на рынке импортозамещающих технологий.
Ключевые слова: питьевая вода, фильтрация, витамины, здоровье человека, блок-дозации, индивидуальный фильтр, установка, 3D-модель.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция ухудшения экологической обстановки во всем мире напрямую сказывается на здоровье людей. Особое влияние на здоровье населения оказывают социально-экономический, санитарно-гигиенический и фактор образа жизни и внешней среды обитания. Здоровье человека является главным критерием качества окружающей его среды. В структуре общей заболеваемости населения все большее место занимают болезни, вызванные техногенным загрязнением окружающей среды, и эта тенденция в последнее время наблюдается не только в мегаполисах, но и в сельских районах.

Несмотря на то, что живой организм имеет способность к самоочищению и восстановлению, некоторые загрязняющие место обитания вещества не только накапливаются в клетках организма, но и могут оказывать влияние на репродуктивные функции и, как следствие, увеличивать проявления генетических отклонений у будущего поколения [1].

Таким образом, для исключения дополнительного риска для здоровья населению необходимо проводить дополнительную очистку воды в бытовых условиях. На текущий момент во многих городах Российской Федерации существует проблема качества воды у конечного потребителя. Несмотря на то, что водоочистные сооружения поставляют питьевую воду в соответствии с ГОСТ Р 51232-98, существует вероятность ее загрязнения при контакте с изношенными участками трубопроводов. В результате конечному потребителю может потребоваться дополнительная очистка в бытовых условиях. Основная проблема будет заключаться в том, чтобы правильно подобрать эффективный прибор для очистки в домашних условиях [10-12].

Однако, некоторые бытовые фильтрационные системы не всегда рациональны и корректны в применении, отсутствует наглядность процесса и, соответственно, доверие к результату очистки. Возникает большая потребность в проведении быстрого и точного анализа во внелабораторных условиях, поскольку необходим постоянный контроль состава как питьевой воды, так и водоисточника [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения проблемы дефицита витаминов необходимо самостоятельно принимать микро и макроэлементы и следить за рационом питания. Сложность состоит в том, что у среднестатистического жителя города Уфы имеется

множество факторов, отвлекающих от заботы о своем здоровье. Ежедневное принятие витаминов требует высокого уровня самодисциплины и концентрации, что в стрессовых состояниях или случаях апатии и депрессивных периодов не всегда возможно. Чтобы оптимизировать процесс контроля за работой организма, предлагается прямая дозация витаминов в отфильтрованную бытовой установкой воду. Причем ввод микро и макроэлементов может быть и одноразовым, и многоразовым в течение дня на усмотрение пользователя [3].

Витаминизация чаще всего встречается в пищевой и сельскохозяйственной промышленности. В условиях производства существуют крупные установки дозации, однако для бытового использования подобные устройства нерациональны в использовании. Например, дозатор, продемонстрированный на рисунке 1, предназначен для введения птицам и животным с питьевой водой вакцин, витаминов и прочих препаратов. Так же подобного рода дозаторы могут использоваться для дезинфекции, очистки водных сетей, внесения удобрений, фитообработки, смазки, корректировки pH, мойки автомобилей и пр.

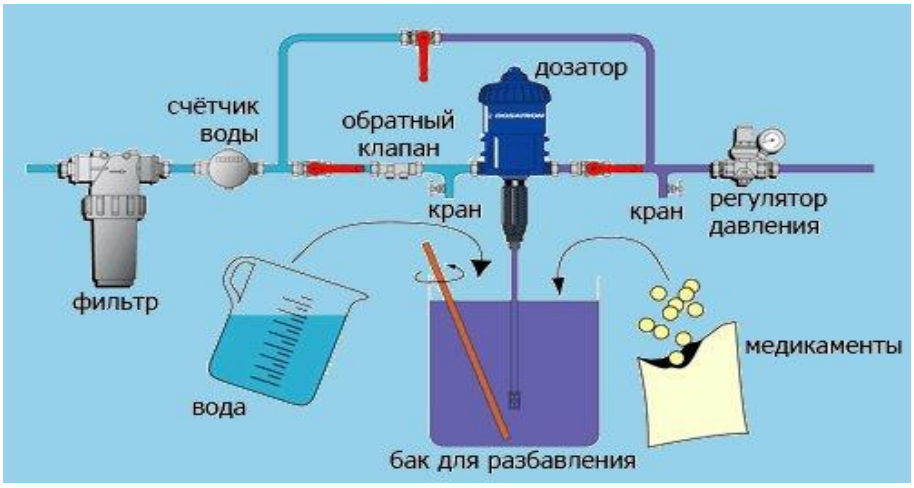


Рис. 1 – Установка «Дозатрон»
Fig.1 – Plant «Dozatron»

Дозатор обеспечивает пропорциональное непрерывное всасывание концентрированного продукта с помощью давления в системе, а затем перемешивает его с водой в заданном соотношении и направляет полученный раствор далее по сети. Дозатор автоматически регулирует пропорциональность в зависимости от изменения расхода воды[4,5].

Витаминизация в пищевой промышленности производится с помощью введения эмульсий в продукт питания. Чаще всего, этого добиваются с помощью соусов или заправок.

Существует также бытовая витаминизация воды для наружного использования. Насадка содержит картриджи для душевого шланга, который наполнен сухой загрузкой из витаминов (рис. 2). Минус такого устройства в том, что большинство витаминов не устойчивы на воздухе, легко окисляемы и, следовательно, разрушаются, не успевая попасть в организм через верхний слой эпидермиса. Научное обоснование подобной технологии не найдено, предполагается, что подобного рода витаминизация необходима для подкисления воды, которое может нести положительный эффект для кожи в силу слабокислой реакции среды тела человека [6].

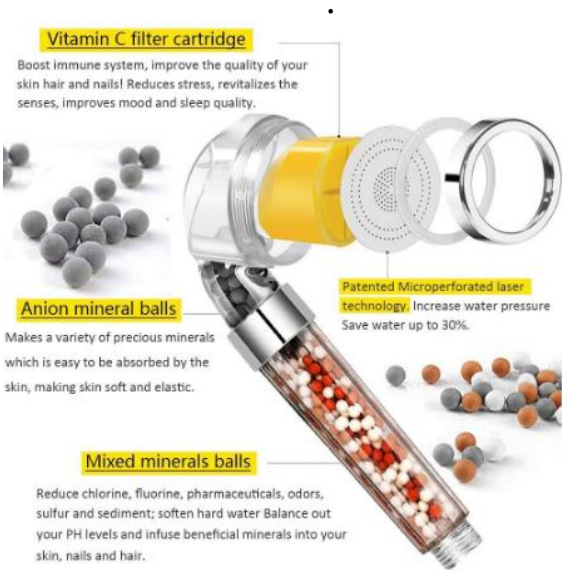


Рис.2 – Витаминизатор-насадка на душевой шланг
Fig.2 - Vitaminizer-nozzle on the shower hose

Также стоит отметить бытовые минерализаторы воды (рис.3), которые устанавливаются после фильтров обратного осмоса.



Рис.3 – Картридж минерализации воды
Fig.3 - Water salinity cartridge

Загрузкой такого картриджа является крошка кальцита или доломита. Минерал кальцит ($CaCO_3$) из группы карбонатов - одна из природных форм карбоната кальция. Доломит – минерал из класса карбонатов химического состава $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. С помощью добавления группы карбонатов можно изменять pH среды.

Существует большое количество датчиков и устройств, автоматизирующее процесс проведение лабораторных исследований и исключающих влияние человеческого фактора на них. Особенно актуальны такие установки в медицинской промышленности.

Поэтому создание бытовой установки, которая доступна для среднестатистического жителя города, весьма актуальна, так как практически весь объем интеллектуальной собственности рассчитаны для использования в промышленных условиях, следовательно, имеет высокую цену и сложность использования[7,8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Индивидуальный фильтр питьевой воды – это установка, состоящая из двух основных секций. Первая – экспресс-анализатор, который представляет систему из поршневой дозации подобранных реагентов, сосуда для реакции, вывод прореагировавшего раствора и спектрометром со светодиодом. Вторая – фильтр из трех картриджей: из вспененного полипропилена 5 мкм, из гранулированного активированного угля, из вспененного полипропилена 10 мкм; и система поршневой дозации витаминного комплекса в отвод на смеситель для чистой воды (рис.4).

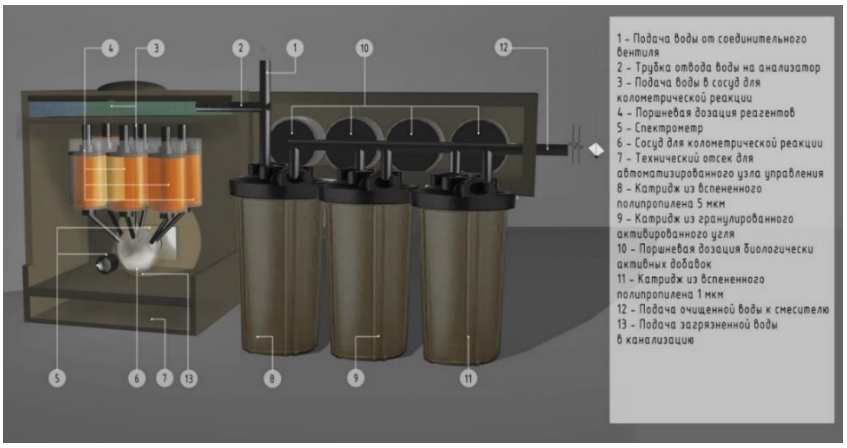


Рис.4 – Трехмерная модель установки
Fig.4 – 3D model

Установка автоматическая и связана с приложением для андроида. Таким образом, потребитель отслеживает дозацию, возможность отключения и включения функций, необходимость замены реагентов, фильтрующего материала, микро и макроэлементов для водообогащения, узлы системы, нуждающихся в замене. Доступен ежедневный контроль качества воды и рекомендации по ее употреблению в режиме онлайн. Это позволит предусмотреть нерациональное использование ресурсов [9].

Витаминизация происходит с помощью поршневого дозатора без контакта с воздухом, таким образом, не происходит окисления витаминного комплекса. В блоке витаминизатора, представленного на рисунке 5, вода через расходомер поступает в мембранный фильтр, после чего попадает в трубку подачи на смеситель. Дозация водорастворимых витаминов происходит за счет шагового мотора на червячной передаче. Чтобы отслеживать как дозацию с минимальной погрешностью, так и возможные повреждения распределительной сети, все узлы, продемонстрированные на слайде, подсоединены на миникомпьютер Raspberry PI. В силу высокой цены данного устройства предусматривается использование более дешевых аналогов.

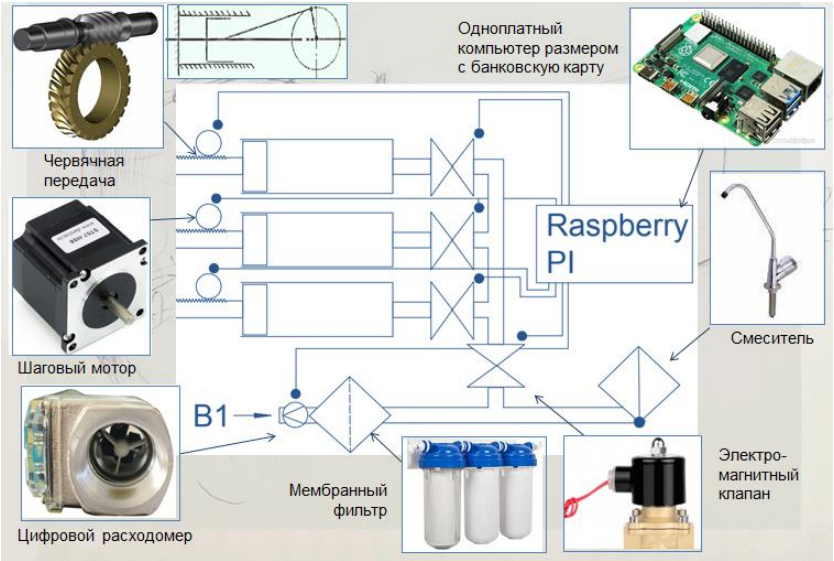


Рис.5 – Технологическая схема блока витаминизатора
Fig.5 - Technological model of the vitaminizer block

Блок экспресс-анализатора имеет схожую технологическую схему(рис.6). Исследуемая вода поступает в сосуд для реакции, заполняя весь объем, после чего на водоподающей трубке перекрывается клапан, а на водоотводящей трубке открывается. Реагент подается в сосуд для реакции, вытесняя излишек воды за счет создания давления поршнем, после чего клапан на водоотводящей трубке закрывается. Дозация реагентов, как и в фильтре-витаминизаторе, происходит за счет шагового мотора на червячной передаче. После полного протекания реакции раствор подсвечивается белым светодиодом, напротив которого установлена камера. Полученное изображение автоматически обрабатывается на RPi для получения данных о цвете и прозрачности раствора. Далее клапан водоотводящей сети открывается, и вода в водоподводящей трубке промывает сосуд для реакции [9].

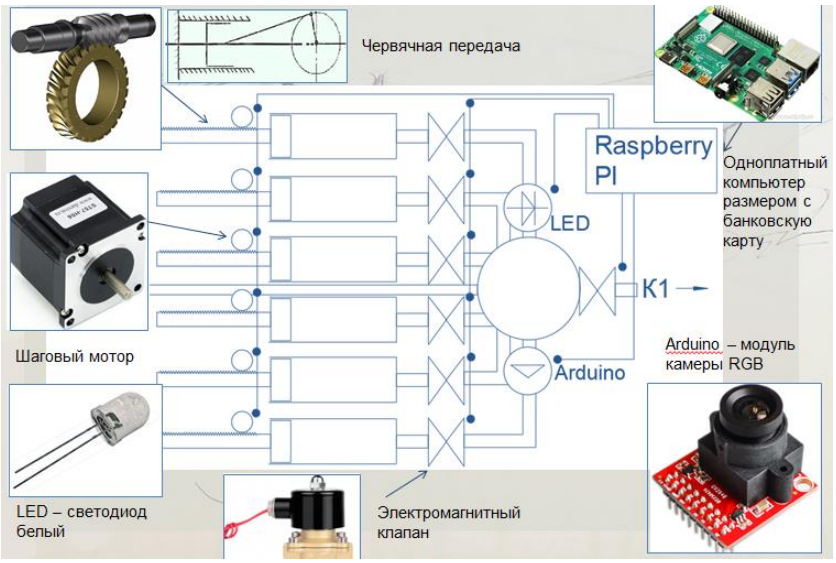


Рис.6 – Технологическая схема блока экспресс-анализатора
Fig.6 - Technological model of the express analyzer block

Также, как и фильтре, все узлы автоматизации связаны с компьютером для отслеживания работы всего механизма.

На данный момент происходит сбор информации и поиск наилучшего варианта подключения установки к пользователю (рис.7)

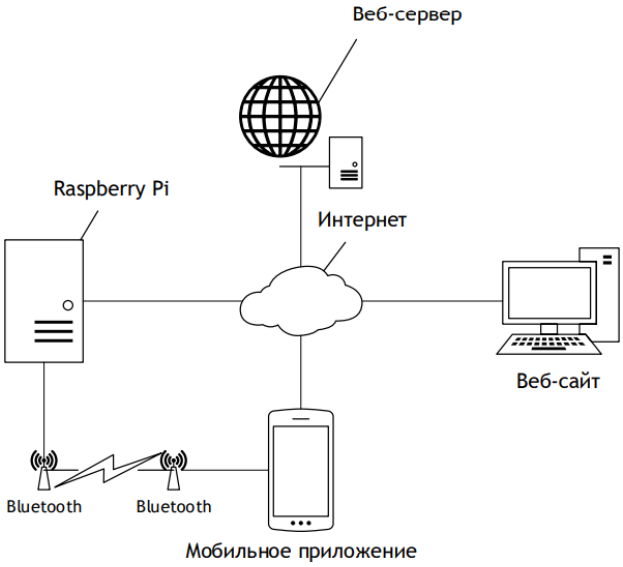


Рис.7 – Принципиальная схема передачи и анализа данных
Fig.7 - Schematic diagram of data transmission and analysis

Микрокомпьютер опрашивает датчики системы, получает изображение с камеры и управляет активными элементами системы. Микрокомпьютер (RPi) подключается к маршрутизатору пользователя по Ethernet или Wi-Fi и устанавливает связь с сервером, передает на него данные о состоянии системы и ожидает входящих команд. Сервер выполняет функции дополнительной обработки, хранения и визуализации данных с микрокомпьютеров пользователей [9].

Пользователь получает доступ к данным на сервере через интернет с помощью мобильного приложения или браузера. При потере связи соединения микрокомпьютера с интернетом пользователь может установить соединение по Bluetooth и через мобильное приложение осуществлять обмен данными с микрокомпьютером в ограниченном режиме. После восстановления соединения RPi с сервером происходит синхронизация накопившихся данных.

Ввод воды в экспресс-анализатор может производиться как от водопровода, так и вручную потребителем. Вывод воды производится путем подсоединения отводящего шланга к канализации. Изоляция соединений предусматривается созданием монолитных коммуникаций из пластика при помощи 3D принтера, как и корпус всей системы. Фильтр-витаминизатор также выполнен в монолитном виде из пластика, ввод воды осуществляется только при подключении к общему водопроводу жилого помещения, вывод очищенной воды принимается через дополнительный смеситель, устраиваемый в раковине кухонной зоны [9].

Масса конструкции составила 5 кг, габаритные размеры экспресс-анализатора: высота 347 мм, ширина 185 мм, длина 166 мм; размеры фильтра-витаминизатора: высота 318 мм ширина 268 мм, длина 440 мм [9].

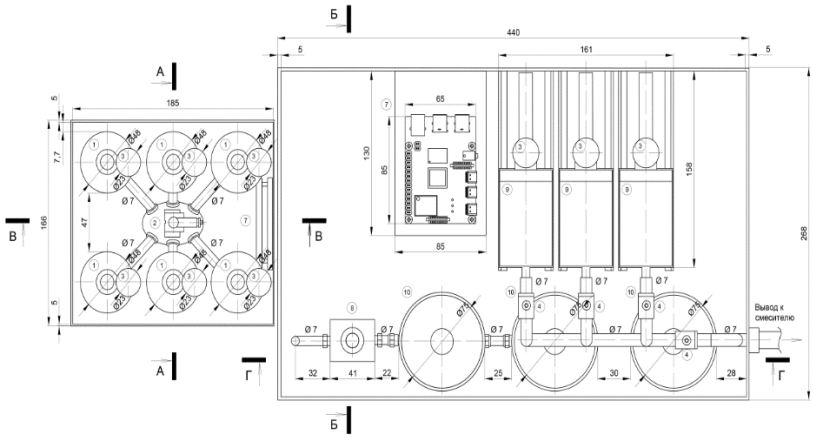


Рис.8 – Вид сверху
Fig.8 - View from above

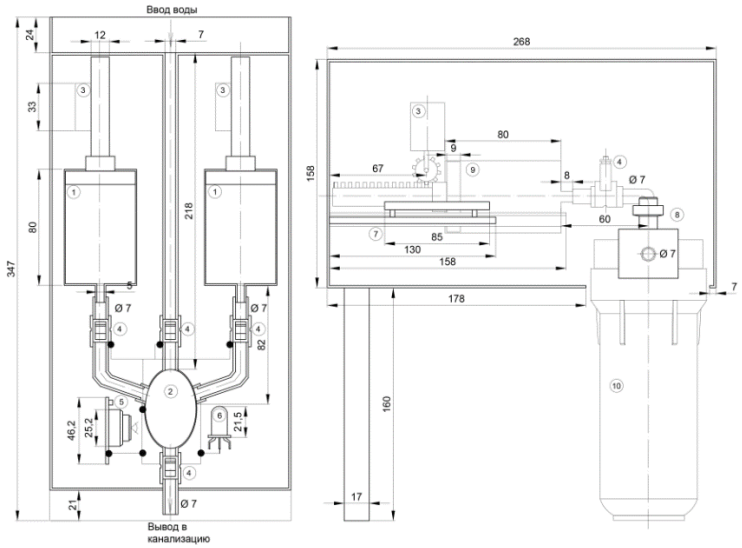


Рис.9 – Разрез А-А, разрез Б-Б
Fig.9 - Section A-A, section B-B

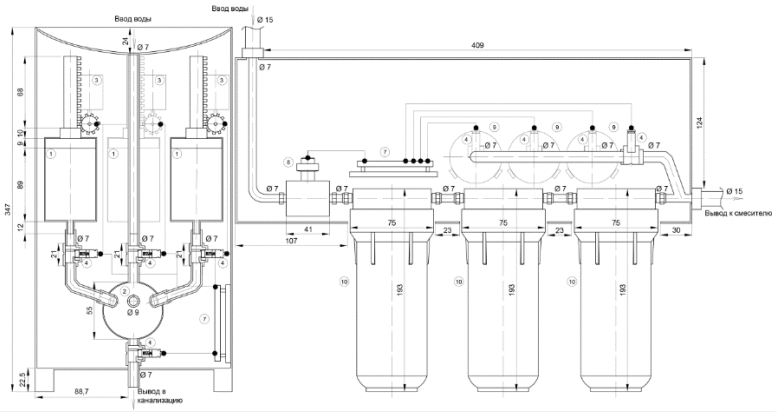


Рис. 10 – Разрез В-В, разрез Г-Г
Fig.10 - Section C-C, section G-G

ВЫВОДЫ

На данный момент во многих областях и республиках Российской Федерации существует проблема качества воды у конечного потребителя из-за загрязнения при контакте с изношенными участками трубопроводов. В результате конечному потребителю может потребоваться дополнительная очистка в бытовых условиях. Также растет дефицит витаминов и макроэлементов среди населения страны из-за сидячего образа жизни, загрязненности окружающей среды и небольшого цикла максимальной активности солнца. Следовательно, растет идея культуры здорового образа жизни среди населения. Необходимость в особенной поддержке организма в быстроменяющейся среде заставляет среднестатистического потребителя задумываться не только о дополнительной очистке воды в бытовых условиях, но и насыщению ее необходимыми микро и макроэлементами/

Стоит отметить, что при разработке конструктивных характеристик бытовой системы фильтрации питьевой воды были выбраны безопасные для потребителя и окружающей среды параметры. То есть установка не только не принесет вред человеку при эксплуатации, но и экологически безопасна для окружающей среды/

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий Республики Башкортостан // Медицина труда и экология человека. – 2018. – №3. – С. 5-12.

2 Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье население (обзор литературы) // Медицина труда и экология человека. – 2018. – №4. – С. 12-26.

3 Исмагилова Р.С., Курамшина Н.Г. Геоэкологическая оценка загрязнения поверхностных вод Республики Башкортостан // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2021. – vol. 5-2 (56). – С. 19-23.

4 Давлетнуров Н.Х., Степанов Е.Г., Жеребцов А.С., Туктарова И.О. Анализ состояния среды обитания человека и ее влияние на здоровье населения республики башкортостан // Медицина труда и экология человека. – 2018. – №4. – С. 27-35.

5 Рахимова А.А. Экологическая оценка качества пресных подземных вод на территории Республики Башкортостан // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2020. – vol. 10-1 (49). – С. 36-38.

6 Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Валеев Т.К., Давлетнуров Н.Х., Степанов Е.Г., Туктарова И.О. Анализ заболеваемости и смертности населения республики башкортостан злокачественными новообразованиями // Медицина труда и экология человека. – 2019. – №2. – С. 14-23.

7 ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая, методы измерения массовой концентрации общего железа».

8 Амелин В.Г. // Журн. аналит. химии. – 2000. – Т. 55, № 9. – С. 902.

9 Сюндюкова Д.Р., Асташина М.В. Индивидуальный фильтр питьевой воды, подстраиваемый под биометрические параметры человека // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды: ст. и тез. X Междунар. науч.-чехн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / УГНТУ. 2021. – С. 84-91.

10 ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая, методы определения содержания хлоридов».

11 ГОСТ 4388-72 «Вода питьевая, Методы определения массовой концентрации меди».

12 ГОСТ 4192-82 «Вода питьевая, методы определения минеральных азотсодержащих веществ».

REFERENCES

1. Bakirov A.B., Suleimanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh. Ecological and hygienic assessment of the carcinogenic risk to the health of the population of technogenic territories of the Republic of Bashkortostan // Occupational Medicine and Human Ecology, 2018, No. 3 - Pp. 5-12

2. Baktybaeva Z.B., Suleimanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Assessment of the impact of the oil refining and petrochemical industry on the ecological and hygienic state of environmental objects and public health (literature review) // Occupational medicine and human ecology, 2018, No. 4 - Pp. 12-26.

3. Ismagilova R.S., Kuramshina N.G. Geoecological assessment of surface water pollution in the Republic of Bashkortostan // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 5-2 (56), 2021 - Pp. 19-23.

4. Davletnurov N.Kh., Stepanov E.G., Zherebtsov A.S., Tuktarova I.O. Analysis of the state of the human environment and its impact on the health of the population of the Republic of Bashkortostan // Occupational Medicine and Human Ecology, 2018, No. 4 - Pp. 27-35.

5. Rakhimova A.A. Environmental assessment of the quality of fresh groundwater in the Republic of Bashkortostan // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 10-1 (49), 2020 - Pp. 36-38.

6. Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Valeev T.K., Davletnurov N.Kh., Stepanov E.G., Tuktarova I.O. Analysis of morbidity and mortality of the population of the republic of bashkortostan by malignant neoplasms // Occupational Medicine and Human Ecology, 2019, No. 2 - Pp. 14-23.

7. GOST 4011-72 "Drinking water, methods for measuring the mass concentration of total iron."

8. Amelin V.G. // Journal. analyte chemistry. 2000. V. 55, No. 9. S. 902.

9. Syundyukova D.R., Astashina M.V. Individual drinking water filter adjusted to human biometric parameters // Water supply, water disposal and environmental protection systems: art. and theses. X Intern. scientific-chekhn. conf. students, graduate students and young scientists / UGNTU. - 2021 - Pp. 84-91.

10. GOST 4245-72 "Drinking water, methods for determining the content of chlorides."

11. GOST 4388-72 "Drinking water, Methods for determining the mass concentration of copper."

12. GOST 4192-82 "Drinking water, methods for determination of mineral nitrogen-containing substances".

IMPORT SUBSTITUTION TECHNOLOGIES FOR PURIFICATION AND MINERALIZATION OF DRINKING WATER

Astashina M.V., Zhukova M.A., Khusainov I.R., Svetlakov Ya.I.

Ufa State Petroleum Technological University (USPTU)
450080, Republic of Bashkortostan, Ufa, 195 Mendeleeva str, aqua_ufa@mail.ru

Abstract. In the modern world, there is a clear tendency to accentuate environmental issues, namely, the rational use of natural resources. In particular, the topic of purification of industrial, domestic wastewater and, accordingly, water treatment of drinking water. At the moment, in many cities of the Russian Federation there is a problem of water quality at the end consumer. Despite the fact that water treatment plants supply drinking water in accordance with GOST R 51232-98, there is a possibility of contamination from contact with worn sections of pipelines. As a result, the end user may require additional cleaning at home. There is also a tendency to spread a healthy lifestyle culture among the population, which brings consumption to a reasonable level, so the average consumer thinks not only about additional water purification at home, but also about saturating it with the necessary micro and macro elements.

Subject of study: household filters for drinking water purification

Materials and methods: constructive modifications of household filters using a software package.

Results: the main design features of household filters for drinking water purification are considered, on the basis of which a model of a domestic household filter installation with a software package for dosing vitamin and mineral components that maintain the health of the human body was created.

Conclusions: to solve the issue of additional water purification in domestic conditions, its analysis and enrichment, the market has the ability to provide a large number of different systems. However, such installations are not always correct in operation, there is a problem of the availability of reagents. If you analyze the market of water vitaminizers, you may encounter a lack of control over the dose of consumable microelement complexes in the system of connection with purified water, which is rather irrational, it is also necessary to take into account the oxidizability of elements in contact with the air, which directly affects the absorption of vitamins. At the moment, the market has a large number of smart filters, but their uniqueness is characterized by the presence of flow meters that allow you to control the life of the filter media or cartridges. Therefore, the created filter prototype is very relevant in the market of import-substituting technologies.

Key words: drinking water, filtration, vitamins, human health, block doses, individual filter, installation, 3D model.