

Корисна модель належить до галузі хімії, а саме до пристроїв для оброблення води та напоїв для споживання людиною - змінення її окисно-відновного потенціалу через насичення її молекулярним воднем.

Серед різних показників безпеки і якості води, які запроваджені у системи контролю, все більше уваги приділяють таким, як водневий показник (pH) і окисно-відновний потенціал (ОВП). Актуальність досліджень саме цих параметрів обумовлена збільшенням числа фахових доклінічних і клінічних досліджень ролі води із різними значеннями pH і ОВП на здоров'я людини (Прилуцкий В.И. Электрохимическая активация воды: аномальные свойства. механизм биологического действия / Прилуцкий В.И., Бахир В.М. – М. ВНИИМТ. АО "Экран", 1977. – 228 с.; Ohta S, Nakao A, Ohno K: The medical molecular hydrogen symposium: an inaugural symposium of the journal medical gas research. Med Gas Res. 2011 Vol. 1. P. 10.; Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance Kajiyama S., Hasegawa G., Asano M., Hosoda H., Fukui M., Nakamura N., Kitawaki J., Imai S., Nakano K., Ohta M. et al. Nutr Res. 2008. Vol. 28(3). P. 137–143.).

Зростає кількість публікацій про позитивний вплив води із від'ємним ОВП на функціонування різних систем органів як в нормі, так і при патологічних станах (Montain S. J: Hydration recommendations for sport. Curr Sports Med Rep. 2008. Vol. 7. P. 87–192.; Nakao A, Toyoda Y, Sharma P, Evans M, Guthrie N: Effectiveness of hydrogen rich water on antioxidant status of subjects with potential metabolic syndrome-an open label pilot study. J. Clin. Biochem. Nutr. 2010. Vol. 46(2). P. 140-149.; Therapeutic potential of molecular hydrogen in ovarian cancer // Shang L, Xie F, Li J, Zhang Y, Liu M, Zhao P, Ma X, Lebaron TW. Transl Cancer Res. 2018. Vol. 4 P. 988-995. doi: 10.21037/tcr.2018.07.09.; Ying Wu, Meng Yuan, Jibin Song, Xiaoyuan Chen, Huanghao Yang. Hydrogen gas from inflammation treatment to cancer therapy // ACS Nano 2019. Vol. 13. P. 8505–8511. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b05124>.)

Відомо, що звичайна вода з водогону та абсолютна більшість доступних бутильованих питних вод є в широкому діапазоні pH (4,5 – 8,5) і знаходяться, як правило, в позитивних значення ОВП від +100 до +400 мВ (Рахманин Ю.А. Структурно-энергетическое состояние воды и ее биологическая активность / Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 34–36.). Тоді як у нашому організмі pH крові становить 7,35-7,4, а ОВП – в межах від - 70 до -200 мВ. Тому, організм кожного разу витрачає величезну кількість мембранної і клітинної енергії на перетворення екзогенної спожитої води у стан, відповідний для ендогенної внутрішнього середовища (Рахманин Ю.А. Структурно-энергетическое состояние воды и ее биологическая активность / Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 34–36). Ідеальним для здоров'я і довголіття вбачається споживання води, яка б вже відповідала фізико-хімічним і енергетично-структурним параметрам води внутрішнього середовища організму.

Також при різних патологічних станах активізується переокиснення ліпідів, зростає кількість активних форм кисню і дефіцит вільних електронів (Покотило О.С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини Ω -3 і Ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок і білих щурів за нормальних умов і при холестериновому навантаженні: автореф. дис... д-ра біол. наук / О.С. Покотило; Ін-т біології тварин УААН. – Л., 2008. – 36 с.; Рахманин Ю.А. Новый фактор риска здоровья человека – дефицит электронов в окружающей среде. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. / Рахманин Ю.А. Стехин А.А., Яковлева Г.В., Татаринов В.В. – 2003. – С. 135–144.; Nakao A, Toyoda Y, Sharma P, Evans M, Guthrie N: Effectiveness of hydrogen rich water on antioxidant status of subjects with potential metabolic syndrome-an open label pilot study. J. Clin. Biochem. Nutr. 2010. Vol. 46(2). P. 140-149). Нейтралізація активних форм кисню може здійснюватися через вживання води, багатой електронами водню, що пояснюється стимулюванням численних ферментів-антиоксидантів (Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance Kajiyama S., Hasegawa G., Asano M., Hosoda H., Fukui M., Nakamura N., Kitawaki J., Imai S., Nakano K., Ohta M. et al. Nutr Res. 2008. Vol. 28(3). P. 137–143.; Ohta S, Nakao A, Ohno K: The medical molecular hydrogen symposium: an inaugural symposium of the journal medical gas research. Med Gas Res. 2011 Vol. 1. P. 10.; The effect of mineral-based alkaline water on hydration status and the metabolic response to short-term anaerobic exercise. Jakub Chycki, Tomasz Zajac, Adam Maszczyk, Anna Kurylas. Biol. Sport. 2017. Vol. 34. P. 255-261. DOI: 10.5114 / biolsport.2017.6600.). Результати багаторічних досліджень показують, що використання лужної води, багатой воднем, корисно для запобігання захворювань метаболізму (Прилуцкий В.И. Электрохимическая активация воды: аномальные свойства. механизм биологического действия / Прилуцкий В.И., Бахир В.М. – М. ВНИИМТ. АО "Экран", 1977. – 228 с.; Ohta S. Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: initiation, development and potential of hydrogen medicine. Pharmacol. Ther. 2014. Vol. 144. P. 1–11. doi: 10.1016/j.pharmthera.2014.04.006.), включаючи діабет (Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance Kajiyama S., Hasegawa G., Asano M., Hosoda H., Fukui M., Nakamura N., Kitawaki J., Imai S., Nakano K., Ohta M. et al. Nutr Res. 2008. Vol. 28(3). P. 137–143.). Лужна мінеральна вода, завдяки впливу на кислотно-лужний баланс, може збільшити швидкість використання лактату після анаеробних

навантажень у спортсменів (Murray R: Rehydration strategies-balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int. J. Sports Med.* 1998. Vol. 19. P. 133–135.; Nakao A, Toyoda Y, Sharma P, Evans M, Guthrie N: Effectiveness of hydrogen rich water on antioxidant status of subjects with potential metabolic syndrome-an open label pilot study. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 2010. Vol. 46(2). P. 140-149.; The effect of mineral-based alkaline water on hydration status and the metabolic response to short-term anaerobic exercise. Jakub Chycki, Tomasz Zajac, Adam Maszczyk, Anna Kurylas. *Biol. Sport.* 2017. Vol. 34. P. 255-261. DOI: 10.5114 / biolsport.2017.6600.).

Показник ОВП води (розчину) залежить від стану дисоціації молекулярного водню, вмісту вільних електронів водню і характеризує її як електронодонорну відновну систему або католіт чи електроноакцепторну окислювальну систему або аноліт (Прилуцкий В.И. Электрохимическая активация воды: аномальные свойства. механизм биологического действия / Прилуцкий В.И., Бахир В.М. – М. ВНИИМТ. АО "Экран", 1977. – 228 с.; Рахманин Ю.А. Структурно-энергетическое состояние воды и ее биологическая активность / Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 34–36.). Встановлена обернена кореляція, тобто, чим нижча концентрація молекулярного водню у воді – тим більше значення ОВП буде в плюсових діапазонах (Прилуцкий В. И. Электрохимическая активация воды: аномальные свойства. механизм биологического действия / Прилуцкий В.И., Бахир В.М. – М. ВНИИМТ. АО "Экран", 1977. – 228 с.).

На цей час переважає тенденція використання малогабаритних портативних пристроїв для отримання біологічно активної води з від'ємним значенням ОВП. Це дозволяє легко отримувати активовану воду в будь-якій прийнятній ємності для води, їх зручно використовувати в побуті, в поїздах, в похідних умовах.

Відомий портативний контейнер-генератор водню для отримання католітної води електрохімічним способом (електроліз). В нижній частині контейнера знаходиться корок-генератор, який містить катод та анод, які контактують з водою (1. РСТ-заявка 1020180029839. 2. РСТ-заявка 201721659691.1). При проходженні електричного струму між електродами, відбувається електрохімічне розщеплення молекул води на молекулярний водень та кисень.

Недоліком відомого пристрою є залежність від електричного живлення, потреба у замінних елементах в процесі експлуатації, утворення різних газів в процесі електролізу, утворення різних фракцій води, в тому числі важкої дейтереевої води.

Відомий контейнер для отримання питної води, насиченої воднем, в якому як воднегенеруючий елемент використовуються гранули магнію і срібла. Контейнер занурюють у ємність із рідиною, при цьому під час хімічної реакції молекул води з магнієм виділяється водень, що призводить до насичення води воднем (1. Заявка Японії JP 2003-404131. 2. Patent US 7189330 B2. Mar. 13, 2007. Method of producing hydrogen rich water and hydrogen rich water generator. МПК C02F 1/70. Foreign Application Priority Data. Dec. 3, 2003 JP 2003-404131).

Недоліками відомого пристрою є нетривале використання (близько 1 місяця), адже протягом цього часу під час реакції з водою на поверхні гранул утворюється плівка гідроксиду магнію, яку неможливо зняти і яка блокує контакт з атомів магнію з молекулами води, таким чином унеможливаючи подальший перебіг реакції, а отже і подальше використання контейнера та необхідність мати окрему ємність, яка за габаритами відповідатиме контейнеру, що в свою чергу знижує мобільність такої системи в цілому, а також неможливість забезпечити герметичність та світлонепроникність для такої посудини та відсутність термоізоляції, яка дозволила б підтримувати оптимальну температуру 40 °C для перебігу реакції.

Найбільш близьким аналогом до пристрою, що заявляється, є контейнер для отримання питної води, насиченої воднем, в якому як воднегенеруючий елемент використовуються гранули магнієвого сплаву, а як допоміжні речовини використовується суміш мінералів. Контейнер занурюють у ємність із рідиною, при цьому під час хімічної реакції молекул води з магнієм виділяється водень, що призводить до зменшення окисно-відновного потенціалу води (Патент України № 112554. Спосіб для зменшення окислювально-відновлювального потенціалу (ОВП) питної води. МПК C02F 1/28, опубл. 26.12.2016, бюл. № 24).

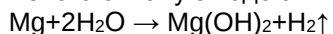
Недоліками відомого пристрою є доволі нетривале використання (близько 1 місяця), адже протягом цього часу під час реакції з водою на поверхні гранул утворюється плівка гідроксиду магнію, яку неможливо зняти і яка блокує контакт з атомів магнію з молекулами води, таким чином унеможливаючи подальший перебіг реакції, а отже і подальше використання контейнера та необхідність мати окрему ємність, яка за габаритами відповідатиме контейнеру, що в свою чергу знижує мобільність такої системи в цілому, а також неможливість забезпечити герметичність та світлонепроникність для такої посудини та відсутність термоізоляції, яка дозволила б підтримувати оптимальну температуру 40 °C для перебігу реакції.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення тривалості використання та ефективності пристрою для отримання питної води, насиченої воднем.

Для вирішення поставленої задачі в пристрої, відповідно до корисної моделі, використовується посудина зі спеціальним корком, в який вмонтовано стрижень з магнієвого сплаву, який

використовується як воднегенеруючий елемент. Посудина має подвійні стінки, між якими знаходиться герметична порожнина з низьким коефіцієнтом теплопровідності. Корок герметично закриває посудину, не пропускаючи в неї повітря та світло, та не випускаючи водень, який утворюється в процесі реакції, стрижень при цьому знаходиться всередині посудини, контактуючи із водою.

Генерація водню та насичення ним води відбувається за рахунок хімічної реакції при контакті магнієвого сплаву з водою:



Гідроксидна плівка, яка з часом утворюється на поверхні стрижня і суттєво сповільнює реакцію, має товщину всього в декілька молекул, та легко знімається механічним способом жорсткою металічною губкою для миття посуду раз на місяць.

Подвійні стінки з порожниною між ними, яка не проводить тепло протягом 12-14 годин втримує температуру води на рівні 40 °C для оптимального перебігу реакції.

Хімічний спосіб дозволяє позбутися складних конструктивних елементів, електричного живлення, негативних ефектів, притаманних електрохімічному способу, та суттєво спрощує експлуатацію пристрою.

Конструкція воднегенеруючого елемента у вигляді суцільного стрижня, а не контейнера з гранулами, дозволяє використовувати його скільки завгодно довго, адже з гранул в контейнері неможливо зняти гідроксидну плівку, на відміну від суцільного стрижня.

Герметичність та компактність конструкції пристрою суттєво покращують мобільність та зручність використання, а також унеможливають вивільнення з посудини молекулярного водню, який утворився під час реакції.

Конструкція корисної моделі пояснюється кресленням, де на фіг. 1 зображено корок з вмонтованим стрижнем, на фіг. 2 зображено посудину в розрізі, на фіг. 3 зображено закорковану посудину, наповнену водою, в розрізі.

Пристрій складається з двох окремих частин: посудини-термоса (3) та корка (1) зі стрижнем з магнієвого сплаву (2). При закоркуванні посудини корком стрижень знаходиться всередині посудини.

В посудину (3), наливають теплу воду (4), оптимальною вважається температура на рівні 40 °C, та закорковують корком (1), магнієвий стрижень (2) при цьому майже повністю занурений у воду.

Для дослідження ефективності пристрою був зроблений прототип термоса-іонізатора-генератора "Living Water" (ТІГ "LW"), та було проведене дослідження, метою якого було встановити кореляційні залежності між рН та ОБП проб ряду бутильованих негазованих популярних в Україні вод після утримання їх в термосах-іонізаторах-генераторах водневої води, а також часові параметри змін даних показників вод.

Для досліджень відібрано негазовані бутильовані води таких марок як "Карпатська джерельна", "Трускавецька", "Моршинська", "Вишнівецька", "Bon Aqua", "Buvette".

Дослідження проведено у лабораторії "Технологій, аналізу та експертизи харчових продуктів і води" кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя. Визначення параметрів рН та ОБП проведено відповідно рН-метром та ОБП-метром у пробах досліджуваних вод до і через 30, 60 хв. та 12 і 36 годин після утримання їх у ТІГ.

Статистичну обробку отриманих результатів проведено із застосуванням пакета програм MS Excel2013 та SPSS v.23 та t-критерію Стюдента. За $p \leq 0,05$ різницю вважали статистично достовірною.

За результатами дослідження встановлено, що вихідний показник рН у досліджуваних водах залежить від марки води. Так, серед досліджуваних вод найбільш "лужною" виявилась бутильована вода "Моршинська" із показником 8,1, а найменш "лужною" - "Трускавецька" - 7,6. Тобто усі досліджувані води мали слабо лужну реакцію. При утриманні досліджуваних вод у ТІГ "LW" спостерігалася однакова динаміка зміщення рН в лужну сторону у всіх пробах. Через 30 хв. утримання досліджуваних вод у ТІГ "LW" показник рН у них зміщувався в лужну сторону на 0,2-0,3, через 60 хв. – на 0,3-0,6, через 12 год. – на 0,9-1,5, а через 36 год. – на 1,4-1,9, порівнюючи із початковим вихідним показником до утримання в ТІГ "LW".

Інтенсивне зростання лужності серед досліджуваних вод при генеруванні молекулярного водню в ТІГ "LW" проходило у воді "Моршинська" і загальна різниця показника рН в кінці експерименту становила 1,9. У решти пробах досліджуваних вод різниця між вихідним і кінцевим значенням рН через 36 годин їх утримання в ТІГ "LW" зменшувалося в ряді: у "Buvette" - на 1,9; у "Вишнівецької" - на 1,8; у "Трускавецької" - на 1,6; у "Bon Aqua" - на 1,6; у "Карпатської джерельної" - на 1,4.

Таким чином, у водах з більш лужним вихідним рН таких як "Моршинська", "Buvette" після утримання їх в ТІГ "LW" впродовж 36 год. рН зміщувалося інтенсивніше і становило 9,8 в обидвох. Очевидно, що встановлене значне лужне значення рН у всіх досліджуваних водах через 36 годин утримання в ТІГ "LW" виходить за нормативне, рекомендоване ДСанПіН і ДСТУ, проте потребує подальшого вивчення вже при доклінічних і клінічних дослідженнях. Адже відомо, що лужна вода має ефективну лікувально-профілактичну дію, яка підтверджується щораз більшою кількістю клінічних

досліджень. Так, науково доведений позитивний вплив лужної водневої води при онкології, метаболічних порушеннях, остеопорозі, цукровому діабеті, гіпертонії та інших захворюваннях.

Таким чином, підсумовуючи результати щодо змін параметрів рН досліджуваних вод, можна констатувати, що ТІГ "LW" здатний в процесі генерування молекулярного водню достовірно змінювати показник рН в усіх водах в лужну сторону в динаміці наростання від 7,6 до 9,8 впродовж 36 годин. З отриманих результатів також випливає, що тривалість утримання вод у ТІГ "LW" прямо корелює із зростанням їх лужності. Виходячи із рекомендацій ДСанПіН і ДСТУ, досліджень інших науковців щодо впливу лужної води на організм людини та представлених результатів даного дослідження, отриману лужну воду, збагачену молекулярним воднем, найкраще споживати через 30-60 хв. після утримання в ТІГ "LW" з рН в діапазоні 7,9-8,4.

Окремим завданням дослідження було встановити порівняльний характер змін ОВП у досліджуваних водах до і після утримання їх в ТІГ "LW" впродовж 36 годин. Вихідні параметри ОВП всіх досліджуваних вод знаходяться в діапазоні позитивних значень в межах від +211 мВ у воді "Buvette" до +250 мВ у воді "Моршинська". Це означає, що усі представлені для дослідження води характеризуються як електронно-акцепторні і є окисниками з позиції розуміння окисно-відновного потенціалу розчинів.

Тоді як у організмі людини, який складається на різних етапах онтогенезу із 60-85 % води, показник ОВП в залежності від типу тканин в нормі перебуває в межах від -70 до -200 мВ. Це свідчить про електронодонорну активність ендогенного водного середовища організму, яке характеризується відновлювальними властивостями.

В результаті експерименту встановлено, що при утриманні досліджуваних вод у ТІГ "LW" швидко і інтенсивно відбувається перетворення води із електронноакцепторної (аноліт) в електронодонорну (католіт). Про це свідчать показники мінусового ОВП досліджуваних вод, так, зміна ОВП до від'ємних значень інтенсивно проходить у всіх досліджуваних водах вже через 30 хв. при їх знаходженні в ТІГ "LW" і в подальшому зростає до кінця експерименту впродовж 36 годин. Найбільші від'ємні значення ОВП серед досліджуваних вод через 30 хв. утримання їх в ТІГ "LW" встановлено у водах: "Вишнівецька" - 233 мВ, "Buvette" - 230 мВ, "Карпатська джерельна" - 200 мВ, "Трускавецька" - 185 мВ. Через 36 годин утримання в ТІГ "LW" найбільшого від'ємного значення ОВП набрала вода "Трускавецька" із показником - 583 мВ, а найменшого – "Моршинська" - 390 мВ. Отримані результати підтверджують ефективність генерування молекулярного водню в ТІГ "LW", про що свідчить зниження параметрів ОВП до від'ємних значень.

Виходячи із відомих на сьогодні у світі результатів досліджень, високої позитивної оцінки, рекомендацій щодо вживання водневої лужної води із мінусовим ОВП в межах від - 100 мВ до - 300 мВ та спираючись на результати представлених досліджень, можна стверджувати, що вода, утримана 30-60 хв. в ТІГ "LW", може бути рекомендована для споживання як електронодонорний розчин з підвищеною біологічною дією. Утворений в ТІГ "LW" водний католіт являє собою слабо лужний розчин, що відповідає відновним електронодонорним властивостям, які забезпечують ефективний антиоксидантний, імуностимулюючий та протираковий ефект. Перетворення досліджуваних вод з аноліту за участі магнію в ТІГ "LW" у католіт з різко вираженим мінусовим ОВП є свідченням присутності молекулярного водню, який знаходиться в дисоційованому стані. Атоми H_2 дисоціюють з утворенням двох електронів і надають воді електронодонорних властивостей і біологічно активної дії.

На основі отриманих результатів встановлено, що утримання води в ТІГ "LW" вже через 30 хвилин приводить до перетворення води із аноліту зі значним плюсовим значенням ОВП на католіт із вираженим мінусовим значенням ОВП та оптимальним слабо лужним рН. Встановлені відмінності у інтенсивності та динаміці змін залежали від марки досліджуваної води, кожна з яких відрізняється фізико-хімічними властивостями.

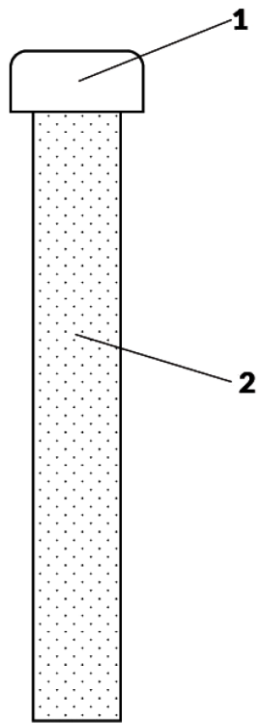


Fig. 1

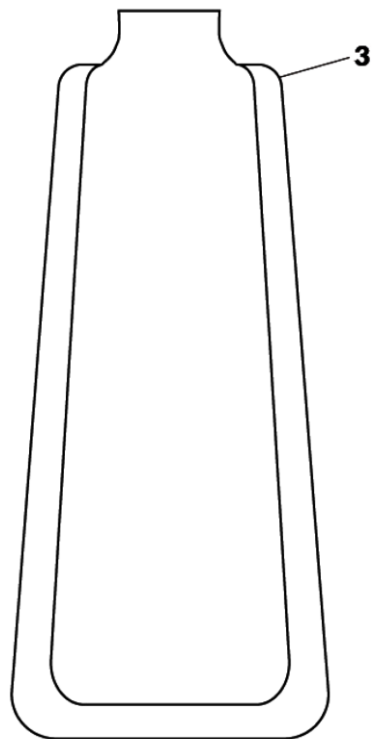


Fig. 2

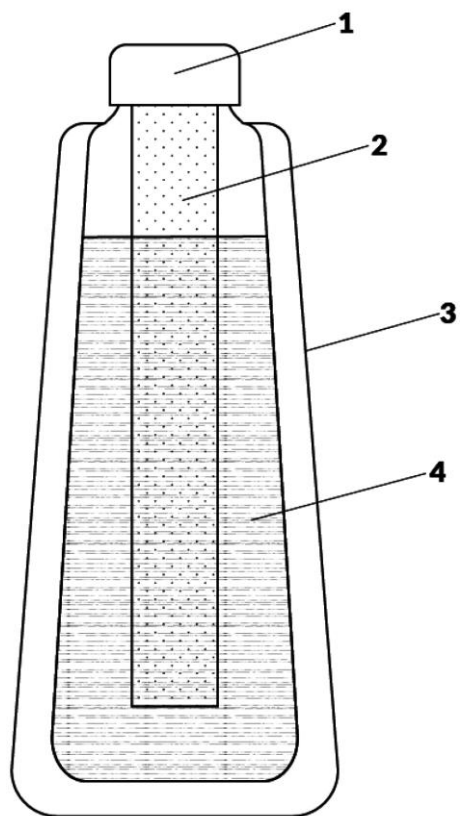


Fig. 3