



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112509** (13) **U**
(51) МПК
G01N 21/75 (2006.01)
G01N 33/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 04722	(72) Винахідник(и): Рублевська Надія Іванівна (UA), Зайцев Вячеслав Володимирович (UA), Коваль Вадим Васильович (UA), Рублевський Владислав Дмитрович (UA), Губар Ірина Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 27.04.2016	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД "ДНІПРОПЕТРОВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ МОЗ УКРАЇНИ", вул. Севастопольська, 19, м. Дніпропетровськ, 49005 (UA), Рублевська Надія Іванівна, вул. Експлуаторна, 27, кв. 2, м. Дніпропетровськ, 49066 (UA), Зайцев Вячеслав Володимирович, вул. Троїцька (Червона), 20, кв. 32, м. Дніпропетровськ, 49700 (UA), Коваль Вадим Васильович, вул. Дмитра Кедріна, 53, кв. 144, м. Дніпропетровськ, 49008 (UA), Рублевський Владислав Дмитрович, вул. Експлуаторна, 27, кв. 2, м. Дніпропетровськ, 49066 (UA), Губар Ірина Олександрівна, бул. Слави, 47, кв. 29, м. Дніпропетровськ, 49126 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2016, Бюл.№ 24	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ХЛОРОФОРМУ У ПИТНІЙ ХЛОРОВАНІЙ ВОДОПРОВІДНІЙ ВОДІ**(57) Реферат:**

Спосіб визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді базується на хімічному аналізі проби води, при якому інструментально визначають фактичні рівні перманганатної окиснюваності та забарвленості у воді вододжерела і, приймаючи до уваги річний тренд, визначають рівень хлороформу воді за формулою:

$$Y=I+3\cdot a+ПО\cdot v+Рік\cdot c,$$

де: Y - вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, мкг/дм³;

3 - забарвленість у воді вододжерела, град;

ПО - перманганатна окиснюваність води вододжерела, мг/дм³;

Рік - річний тренд (дві останні цифри поточного року);

I, a, v, c - коефіцієнти регресії, зокрема, I=78,17 мкг/дм³; a=0,706 мкг/дм³/град; v=-4,04 мкг/дм³/мг/дм³; c=2,311 мкг/дм³.

UA 112509 U

Корисна модель належить до медицини, зокрема до досліджень та аналізу матеріалів особливими способами, переважно гігієнічними, та може бути використана в гігієні.

Теоретичне та практичне значення має визначення ризику розвитку порушень в стані здоров'я населення під впливом забруднюючих речовин, що містяться в об'єктах довкілля, зокрема у воді питній. В екологічно несприятливих регіонах з великим рівнем техногенного навантаження підвищується значущість аліментарного шляху (з питною водою та продуктами харчування) надходження ксенобіотиків - хімічних речовин, здатних заподіяти шкоду здоров'ю людей або навколишньому середовищу. Понад 80 % населення України забезпечується питною водою за рахунок поверхневих водозаборів, для знезараження води яких, як правило, застосовується скраплений хлор. При застосуванні такого методу знезараження внаслідок взаємодії органічних речовин з хлором утворюються хлорорганічні сполуки (ХОС), серед яких переважають тригалометани (ТГМ), а серед останніх 60-90 % вмісту становить хлороформ. З січня 2015 року в Україні діє гігієнічний норматив хлороформу у водопровідній воді та обґрунтована обов'язкова програма щоденного контролю за вмістом хлороформу при хлоруванні води, тому виникла необхідність пошуку нетрудовмісних, економічно доступних для водопроводів методів визначення хлороформу у хлорованій питній воді.

Найбільш близьким є спосіб визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді [Газохроматографічне визначення тригалогенметанів (хлороформу) у воді: метод. вказівки № 0052-98 (№ 2 від 01.02.1999 р.). - К.: МОЗ України, 1999. - 9 с.], що базується на хімічному аналізі проби води, зокрема методом газової хроматографії за допомогою сучасного високоточного газового хроматографа. Пробу води поміщають до термостату в герметично замкнутому просторі і аналізують газову фазу газохроматографічним методом з використанням детектора електронного захоплення.

Недоліком способу є необхідність застосування спеціального приладу - газового хроматографа та іншого обладнання, яке відсутнє на переважній більшості виробничих лабораторій водоочисних споруд, тому є економічно недоступним та трудовмісним для переважної більшості водопроводів України, що не дозволяє його широко використовувати з метою оцінки та прогнозування безпечності питної води за вмістом хлороформу.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищити достовірність та оперативність способу визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді шляхом регресійного аналізу окремих показників якості води, які пов'язані з вмістом хлороформу у воді вододжерела.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, що базується на хімічному аналізі проби води, відповідно корисної моделі, інструментально визначають фактичні рівні перманганатної окиснюваності та забарвленості у воді вододжерела і, приймаючи до уваги річний тренд, визначають рівень хлороформу воді за формулою:

$$Y = I + 3 \cdot a + PO \cdot v + P_{ik} \cdot c,$$

де: Y - вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, мкг/дм³;

3 - забарвленість у воді вододжерела, град;

ПО - перманганатна окиснюваність води вододжерела, мг/дм³;

P_{ik} - річний тренд (дві останні цифри поточного року);

I, a, v, c - коефіцієнти регресії, зокрема, I=78,17 мкг/дм³; a=0,706мкг/дм³/град; v=-4,04 мкг/дм³·мг/дм³; c=2,311 мкг/дм³.

Наявність хлорорганічних сполук у питній воді, насамперед, хлороформу, пов'язана із присутністю природних органічних сполук - гумінових і фульвокислот. Останні визначають рівень забарвленості та в значній мірі її перманганатної окиснюваності. Тому вміст хлороформу безпосередньо залежить від величин забарвленості та перманганатної окиснюваності - інтегрального показника органічного забруднення води [Прокопов В.О. Хлорорганічні сполуки у питній воді: фактори та умови їх утворення / В.О.Прокопов, Г.В. Чичковська, В.О. Зоріна // Довкілля та здоров'я. - 2004. - № 2 (29). - С. 70-73].

На підставі результатів проведеного регресійного аналізу запропонована багатфакторна модель для непрямого визначення вмісту хлороформу у хлорованій питній воді.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу масиву фактичних показників органічного забруднення води із р. Дніпро на водозаборі КП "Аульський водовід" (забарвленість, перманганатна окиснюваність) і вмісту хлороформу у хлорованій питній воді, виміряного за допомогою спеціального обладнання, в динаміці за 2002-2015 рр. (загальна кількість спостережень 158), встановлено наявність прямого кореляційного зв'язку між концентрацією

хлороформу у питній воді і показниками забарвленості, та окиснюваності. Крім цього встановлена тенденція до щорічного збільшення рівня забарвленості та перманганатної окиснюваності води, що свідчить про наявність інших неврахованих факторів або річного тренда у змінах цих показників. Обробка отриманих даних проводилась з використанням пакету програм Statistica v6.1 (Statsoft Inc., США), ліцензійний номер AJAR909E415822FA.

З урахуванням виявлених кореляційних зв'язків, була опрацьована багатофакторна регресійна модель для непрямого визначення вмісту хлороформу у хлорованій питній воді за фактичними показниками органічного забруднення води із вододжерела (забарвленість, перманганатна окиснюваність), скорегованих на величину річного тренда:

$$Y = I + 3 \cdot a + PO \cdot v + Pk \cdot c,$$

де: Y - вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, мкг/дм^3 ;

3 - забарвленість у воді вододжерела, градус;

PO - перманганатна окиснюваність води вододжерела, мг/дм^3 ;

Pk - річний тренд (дві останні цифри року здійснення розрахунків);

I, a, v, c - коефіцієнти регресії, розраховані за допомогою методу найменших квадратів.

Коефіцієнт $1=78,17 \text{ мкг/дм}^3$ характеризує постійну величину вмісту хлороформу у питній воді; коефіцієнти $a=0,706 \text{ мкг/дм}^3/\text{град}$ і $v=-4,04 \text{ мкг/дм}^3/\text{мг/дм}^3$ показують на скільки одиниць зміниться вміст хлороформу (мкг/дм^3) при відповідній зміні показника забарвленості води вододжерела на 1 градус, і показника окиснюваності води на 1 мг/дм^3 . Коефіцієнт $c=2,311 \text{ мкг/дм}^3$, помножений на дві останні цифри року здійснення розрахунків, показує зміни вмісту хлороформу під впливом інших неврахованих факторів.

Перевагою запропонованої корисної моделі є економічна доступність та точність визначення хлороформу у хлорованій питній воді без проведення додаткових хімічних досліджень, що дозволяє його широко використовувати на водопроводах з метою оцінки та прогнозування безпечності питної води.

Результати проведених досліджень свідчать, що чим вище величина перманганатної окиснюваності та забарвленості у воді вододжерела господарчо-питного водопостачання, тим достовірно ($p < 0,05$) вище вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді. Рівень значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стюдента становить $p < 0,001$. Адекватність моделі оцінювали за критерієм Фішера (F): $F=22,09$, $p < 0,001$.

Спосіб визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді здійснюється таким чином. Спочатку інструментально визначають рівні забарвленості та перманганатної окиснюваності у воді джерела питного водопостачання. Згідно з ГОСТ 3351-74. "Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности", забарвленість визначається фотометричним методом шляхом порівняння кольору води зі стандартною шкалою. Згідно з ГОСТ 23268.12-91. "Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения перманганатной окисляемости", окиснюваність визначається титриметричним методом. Отримані значення підставляють в формулу $Y = I + 3 \cdot a + PO \cdot v + Pk \cdot c$, де: Y - вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, мкг/дм^3 ; 3 - забарвленість у воді вододжерела, градус; PO - перманганатна окиснюваність води вододжерела, мг/дм^3 ; Pk - часовий (річний) тренд (дві останні цифри поточного року); I, a, v, c - коефіцієнти регресії. Коефіцієнт $1=78,17 \text{ мкг/дм}^3$ характеризує постійну величину вмісту хлороформу у питній воді; коефіцієнти $a=0,706 \text{ мкг/дм}^3/\text{град}$ і $v=-4,04 \text{ мкг/дм}^3/\text{мг/дм}^3$ показують на скільки одиниць зміниться вміст хлороформу (мкг/дм^3) при відповідній зміні показника забарвленості води вододжерела на 1 градус, і показника окиснюваності води на 1 мг/дм^3 . Коефіцієнт $c=2,311 \text{ мкг/дм}^3$, помножений на дві останні цифри року здійснення розрахунків, показує зміни вмісту хлороформу під впливом інших неврахованих факторів.

Отриманий результат являє собою прогнозовану концентрацію хлороформу у питній воді.

Приклад 1. Рівень забарвленості та перманганатної окиснюваності у воді р. Дніпро на водозаборі КП "Аульський водовід" в жовтні 2012 року становив 42,1 градус та 10 мг/дм^3 відповідно. За розрахунком відповідно пропонованого способу концентрація хлороформу у питній хлорованій воді повинна становити $95,22 \text{ мкг/дм}^3$. При хроматографічному визначенні у тієї ж пробі питної води концентрація хлороформу склала 97 мкг/дм^3 , що збігається з його прогнозованою концентрацією з точністю -1,8 %, що свідчить про достовірність нового методу у порівнянні з прототипом при умовах відсутності можливості визначати вміст хлороформу хроматографічним методом, що значно спрощує та здешевлює відповідні дослідження.

Приклад 2. Рівень забарвленості та перманганатної окиснюваності у воді р. Дніпро на водозаборі КП "Аульський водовід" у квітні 2015 року становив 36,3 градусів та $11,3 \text{ мг/дм}^3$

- відповідно. За розрахунками концентрація хлороформу у питній хлорованій воді повинна становити 92,81 мкг/дм³. При хроматографічному визначенні у тієї ж пробі питної води концентрація хлороформу склала 96,9 мкг/дм³, що збігається з його прогнозованою концентрацією з точністю - 4,2 %. Зазначене свідчить про достовірність нового методу у порівнянні з прототипом при умовах відсутності можливості визнавати вміст хлороформу хроматографічним методом, що значно спрощує та здешевлює відповідні дослідження.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Спосіб визначення вмісту хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, що базується на хімічному аналізі проби води, який **відрізняється** тим, що інструментально визначають фактичні рівні перманганатної окиснюваності та забарвленості у воді вододжерела і, приймаючи до уваги річний тренд, визначають рівень хлороформу у воді за формулою:

$$Y = I + Z \cdot a + PO \cdot v + Rik \cdot c,$$
- 15 де: Y - вміст хлороформу у питній хлорованій водопровідній воді, мкг/дм³;
 Z - забарвленість у воді вододжерела, град;
 ПО - перманганатна окиснюваність води вододжерела, мг/дм³;
 Рік - річний тренд (дві останні цифри поточного року);
 I, a, v, c - коефіцієнти регресії, зокрема, I=78,17 мкг/дм³; a=0,706 мкг/дм³/град; v=-4,04 мкг/дм³/мг/дм³; c=2,311 мкг/дм³.
- 20

Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601