



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130680** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)

G01N 33/18 (2006.01)
C02F 1/44 (2023.01)
C02F 1/461 (2023.01)
C02F 1/52 (2023.01)
C02F 9/00
B01D 61/02 (2006.01)
B01D 1/00
B01D 9/00
C25B 1/04 (2021.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2023 01066**

(22) Дата подання заявки: **15.03.2023**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **16.04.2026**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **18.09.2024, Бюл.№ 38**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **15.04.2026, Бюл.№ 15**

(72) Винахідник(и):

**Бондаренко Володимир Ілліч (UA),
Салєєв Ільдар Азізюляєвич (UA),
Ковалевська Ірина Анатоліївна (UA),
Черватюк Віктор Григорович (UA),
Симанович Геннадій Анатолійович (UA),
Шишов Максим Валерійович (UA),
Малашкевич Дмитро Сергійович (UA),
Саїк Павло Богданович (UA),
Сушкова Вікторія Вадимівна (UA),
Малова Ольга Кузьмівна (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ "ДНІПРОВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА",
просп. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро,
49000 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

**UA 55047 U, 10.12.2010
Marques, Fabielle; Valane, Gabriel; Buzato,
Vinicius/Acid mine drainage wastewater
photoelectrolysis for hydrogen fuel generation:
Preliminary results//International Journal of
Energy Research, vol. 44, issue 14, pp.
12188-12196, 20.07.2020
CN 108107185 A, 01.06.2018
CN 112782000 A, 11.05.2021
CN 215116254 U, 10.12.2021
RU 146436 U1, 10.10.2014
WO 2007132477 A1, 22.11.2007
CN 105540958 A, 04.05.2016**

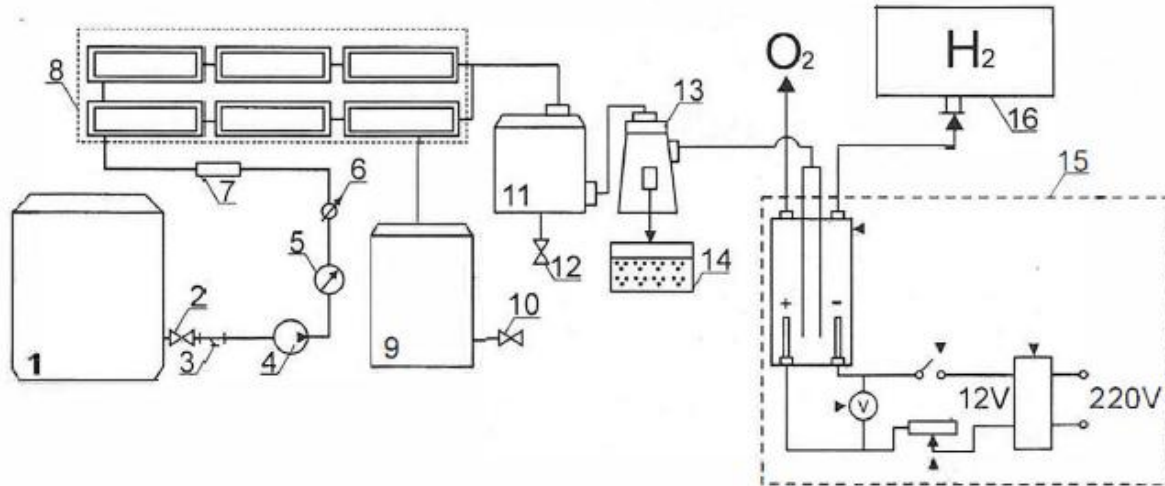
(54) СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШАХТНОЇ ВОДИ

(57) Реферат:

Винахід належить до способів лабораторного дослідження забруднених вод і може бути застосований для вивчення та дослідження оптимальних умов при розробці устаткування для

UA 130680 C2

очищення води, отримання водню та мінеральних солей при освоєнні забруднених вод гірничодобувними, промисловими чи іншими підприємствами. Стенд для лабораторного дослідження шахтної води включає ємність забору води, яка з'єднана з механічним фільтром попередньої очистки, насосом подачі води, зворотно-осмотичним модулем з манометром тиску, лічильником витрат води, ємностями збору перміату та ретентату, при цьому ємність збору ретентату послідовно сполучена через випарник, до якого приєднана ємність для збору мінеральних солей, з електролізером та адсорбером водню.



Винахід належить до способів лабораторного дослідження забруднених вод і може бути застосований для вивчення та дослідження оптимальних умов при розробці устаткування для очищення води, отримання водню та мінеральних солей при освоєнні забруднених вод гірничодобувними, промисловими чи іншими підприємствами.

Відома установка для фільтрування води з використанням зворотного осмосу, що включає зворотно-осмотичну установку, що знесолює, підключену послідовно по воді після фільтрів механічної очистки картриджного типу, додатково встановлених після фільтрів попередньої очистки, та з'єднаної з лінією видачі перміату та лінією відводу концентрату [Патент UA7744 U від 15.07.2005].

Недоліком даної установки є низька ефективність та надмірний скид отриманого концентрату назад у навколишнє середовище, що спричиняє повторне забруднення водою більш насиченими розсолами.

Стенд для ресурсних досліджень очищення водних розчинів шляхом адсорбції та зворотного осмосу, який містить механічний фільтр попередньої очистки, змінний вугільний фільтр та зворотно-осмотичний модуль, оснащений приладами для виміру в режимі безперервного часу концентрацій водного розчину, що дає можливість вимірювати солеміст після кожної стадії очистки, для визначення, на основі довготривалого моніторингу, більш економічно доцільного використання основних елементів установки. [Патент UA 55047 U від 10.12.2010].

Недоліком даного стенда є велике енергоспоживання та не можливість проводити наукові дослідження щодо подальшого використання отриманого концентрату, який при її роботі скидається назад у навколишнє середовище.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення стенда для дослідження шахтної води, в якому, шляхом введення нових конструктивних елементів та їх взаємозв'язку досягається можливість, при різних заданих умовах ведення процесу очищення шахтної води, отримання дистилляту, мінеральних солей та в водню, як джерела енергії в безперервному процесі, і за рахунок цього досягається ефективність комплексного дослідження та управління цим процесом, в тому числі, його удосконалення зі зменшенням трудоемкості робіт і підвищенням якості кінцевої товарної продукції.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому стенді для лабораторного дослідження шахтної води, що включає ємність забору води, яка з'єднана з механічним фільтром попередньої очистки, насосом подачі води, зворотно-осмотичним модулем з манометром тиску, лічильником витрат води, ємностями збору перміату та ретентату і відрізняється тим, що ємність збору ретентату послідовно сполучена через випарник, до якого приєднана ємність для збору мінеральних солей, з електролізером та адсорбером-водню.

На кресленні наведена технологічна схема стенда для лабораторного дослідження шахтної води: 1 - ємність забору води, 2, 10, 12 - шаровий кран, 3 - насос подачі води, 4 - механічний фільтр, 5 - лічильник витрат води, 6 - манометр тиску, 7 - ротаметр, 8 - зворотно-осмотичний модуль, 9 - ємність збору перміату, 10 - шаровий кран, 11 - ємність збору ретентату, 13 - випарник, 14 - ємність для збору мінеральних солей, 15 - електролізер, 16- адсорбер водню.

Ємність з шахтною водою (1) через шаровий кран (2) і механічний фільтр (3) сполучена з насосом подачі води (4), який через лічильник витрат води (5), манометр (6) та ротаметр (7) з'єднаний з зворотно-осмотичним модулем (8), який через випарник (13) та електролізер (15) сполучений з адсорбером водню (16).

Стенд реалізується наступним чином. Перед проведенням досліджень проводять відбір шахтної води за відомими методиками. Наприклад, використовують разовий або серійний спосіб відбору проб.

У випадку разового відбору пробу беруть один раз у певному місці й розглядають результат одного аналізу. Цей спосіб застосовується в рідкісних випадках, коли результатів одного аналізу достатньо для встановлення показників щодо якості води.

При серійному способі відбору води просту пробу отримують шляхом відбору усієї необхідної кількості за один раз, змішану пробу отримують, зливаючи однакові за обсягом прості проби, взяті з одного і того ж місця декілька разів поспіль через певні проміжки часу або відібрані одночасно з різних місць обстежуваного об'єкта, а середню пробу готують звичайно змішуючи рівні частини проб, відібраних через рівні проміжки часу.

Стенд працює таким чином. Відібраною шахтною водою заповнюють ємність забору води (1). Відкривають шаровий кран (2) і включають насос подачі води (3). Шахтна вода під тиском 0,4 МПа надходить на фільтр механічної очистки (4), де попередньо очищується від грубих механічних домішок. Після чого вода послідовно надходить на лічильник витрат води (5), манометр тиску (6) та ротаметр (7), де відповідно контролюються витрати води, тиск у системі

та розхід води. Лічильник витрат води призначений для контролю за витратою води, що надходить з ємності забору води (1) під час досліджень. Також додатково манометром (6) та ротаметром (7) контролюється відповідно тиск у системі стану та швидкість водного потоку. Після чого вода поступає на зворотно-осмотичний модуль (8), де вона очищується.

5 Суть роботи зворотно-осмотичного модуля полягає у тонкому очищенні води від домішок різного характеру, що проходить декілька стадій попереднього очищення. Перша стадія полягає у видаленні механічних домішок розміром понад 5 мкм - пісок, іржа, накіп, частинки водоростей тощо. Процес проходить на картриджі зі спіненого поліпропілену. Такі картриджі виготовляються з високоякісного харчового поліпропілену. Друга - адсорбція органічних домішок і хлору. 10 Картриджі для адсорбційних фільтрів являють собою полімерний корпус заповнений високоякісним активованим вугіллям, отриманим з кокосової шкарлупи. Третя - фінішне очищення з використанням картриджа зі спіненого поліпропілену з рейтингом фільтрації 1 мкм або з використанням картриджа у вигляді спресованого карбонблока, який крім механічних домішок видаляє також залишки органіки та хлору. Важливість даного етапу полягає в тому, 15 щоб уберегти мембранний елемент від засмічення частинками великих забруднень і хлору, які можуть викликати її пошкодження і вихід з ладу.

Після процесу попереднього очищення, відбувається мембранне. З води видаляється 99,8 % домішок, включаючи віруси, бактерії та іони важких металів. Мембрана являє собою корпус мембранотримачів, в якому міститься туго намотаний полімерний мембранний елемент. 20 Мембранний елемент складається з полімерного напівпроникного волокна.

Після мембранного очищення проходить етап мінералізації. На цьому етапі вода проходить через фільтр наповнений природними породами (кальцитом, вапняком тощо), які здатні до обмеженого розчинення в воді. Внаслідок цього користувач отримує воду насичену корисними мінералами в необхідній кількості, що покращує смак води та робить її максимально корисною 25 для людського організму. Мінералізація не є обов'язковою стадією очищення води та може встановлюватися опціонально.

Вода, що пройшла очищення через зворотно-осмотичний модуль (8), розділяється на дві речовини: перміат та ретентат, які, відповідно, потрапляють у ємність для збору перміату (9) та ретентату (11). Отриманий перміат зливають у тару через шаровий кран (10) та відправляють в 30 лабораторію для оцінки якісного складу. Таким же чином проводять вимірювання солевмісту розчину перміату при заборі його проб у тару через шаровий кран (12).

Отриманий розчин ретентату надходить до випарника (13). Де відбувається процес випарювання поданої речовини. В результаті випарювання отримуємо дві речовини: дистилат та порошкоподібну суміш мінеральних солей. Сухий залишок мінеральних солей накопичується 35 у ємності (14). Після чого проводиться відбір проб та відправка до лабораторії для визначення якісного та кількісного складу. Отриманий дистилат одночасно надходить на електролізер (15), де у результаті перебігу відомих електрохімічних процесів окиснення та відновлення на електродах адсорбується водень і кисень, які одночасно надходять, відповідно, у адсорбер (16) та навколишнє середовище.

40 Отримані науково-практичні результати на стенді з лабораторного дослідження шахтної води дають можливість адаптувати технологію очищення води, отримання водню та мінеральних солей до реальних умов комплексного освоєння забруднених вод гірничодобувними підприємствами у безперервному процесі, розробити конструкції установок для отримання дешевого висококалорійного енергоносія (H₂) та сухих мінеральних солей без 45 шкоди для довкілля з максимальним енергетичним ефектом, що можна використовувати в енергетиці, житлово-комунальному господарстві, хімічній промисловості та в інших галузях виробництва.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

50 Стенд для лабораторного дослідження шахтної води, що включає ємність забору води, яка з'єднана з механічним фільтром попередньої очистки, насосом подачі води, зворотно-осмотичним модулем з манометром тиску, лічильником витрат води, ємностями збору перміату та ретентату, який **відрізняється** тим, що ємність збору ретентату послідовно сполучена через 55 випарник, до якого приєднана ємність для збору мінеральних солей, з електролізером та адсорбером водню.

