

за умови врахування їхніх особливостей. Характерною особливістю методики є інерційність розрахунку в межах 3...8 хв. Це пов'язано з амплітудно-частотними характеристиками струму серії і напруги електролизера й частотою дискретизації збирання даних системою автоматизації.

Список використаної літератури

1. Делахей, П. Двойной слой и кинетика электродных процессов [Текст] / П. Делахей ; пер. с англ. – М. : Мир, 1967. – 334 с.
2. Багоцкий, В. С. Основы электрохимии [Текст] / В. С. Багоцкий. – М. : Химия, 1988. – 400 с.
3. Плэмбек, Дж. Электрохимические методы анализа [Текст] / Дж. Плэмбек ; пер. с англ. – М. : Мир, 1985. – 496 с.
4. Гамбург, Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов [Текст] / Ю. Д. Гамбург. – М. : Янус-К, 1997. – 384 с.
5. Громыко, А. И. Повышение достоверности диагностики технологических нарушений процесса электролиза алюминия [Текст] / А. И. Громыко, Ф. Г. Зограф // Цветные металлы. – 2006. – №5. – С. 87-90.
6. Худякова, Т. А. Кондуктометрический метод анализа [Текст] / Т. А. Худякова, А. П. Крешков. – М. : Высш. шк., 1975. – 208 с.
7. Лопатин, Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа [Текст] / Б. А. Лопатин. М. : Высш. шк., 1975. – 295 с.
8. Изгарышев, Н. А. Курс теоретической электрохимии [Текст] / Н. А. Изгарышев, С. В. Горбачев. – М.-Л. : ГНТИХЛ, 1951. – 504 с.
9. Городынский, А. В. Вольтамперометрия: кинетика стационарного электролиза [Текст] / А. В. Городынский. – К. : Наук. думка, 1988. – 176 с.
10. Ремпель, С. И. Анодный процесс при электролитическом производстве алюминия [Текст] / С. И. Ремпель. – Свердловск : Metallurgizdat, 1961. – 144 с.
11. Громыко, А. И. Автоматический контроль технологических параметров алюминиевых электролизеров [Текст] / А. И. Громыко, Г. Я. Шайдулов. – Красноярск : Изд-во КГТУ, 1984. – 240 с.
12. Лэм, Г. Аналоговые и цифровые фильтры: расчет и реализация [Текст] / Г. Лэм ; пер. с англ. – М. : Мир, 1982. – 582 с.

The method of measuring of reverse EMF and general resistance of aluminum electrolyzer is worked out real-time.

Keywords: *electrolyzer, EMF, resistance.*

Надійшла до редакції 20.01.2012

УДК 628.03

РАДОВЕНЧИК Я. В., асп.; ГОМЕЛЯ М. Д., д.т.н., проф.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РОЗДІЛЕННЯ СИСТЕМ ВОДА – ОЛІЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕРІАЛІВ ІЗ КАПІЛЯРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Наведено результати експериментальних досліджень розділення рідин, що не змішуються, із використанням матеріалів із капілярними властивостями. Вибрано тканини для формування капілярного фільтра, що ефективно відбирають олію з водного середовища, розроблено апарат для реалізації методу. Установлено розрахункові залежності, що дозволяють впроваджувати апарати для розділення води та олії.

Ключові слова: *розділення систем вода – олія, фільтрування, капілярні фільтри.*

Постановка проблеми

Інтенсивне використання органічних речовин супроводжується забрудненням гідросфери. Негативним чинником є не тільки розчинення органічних речовин у воді, а й накопичення їх на поверхні чи дні водойм та утворення високодисперсних емульсій у водних масивах. Тому розроблення нетрадиційних методів розділення рідин, що не змішуються, є актуальним напрямом досліджень.

© Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д., 2012

Аналіз попередніх досліджень

Існуючі технології розділення рідин, що не змішуються, базуються, передусім, на сорбційних методах, що потребують складного й дорогого обладнання. Окрім цього, слід завчасно одержувати чи готувати сорбент, що пов'язано з додатковими затратами. Більш простими є технології з використанням нафто- й жироловлучачів, проте їхня ефективність не відповідає сучасним вимогам. Тому шляхи забезпечення високої ефективності й низької вартості розділення рідин, що не змішуються, є невирішеною частиною наукової проблеми.

Метою статті є встановлення можливості використання для розділення рідин, що не змішуються, матеріалів з капілярними властивостями, та їхній добір для системи вода – олія.

Виклад основного матеріалу

Сутність методу розділення рідин, що не змішуються, за допомогою матеріалів із капілярними властивостями полягає у використанні спеціального фільтра (рис. 1). Залежно від характеристик рідин, а також параметрів матеріалу фільтра, одна з рідин буде накопичуватися в ємкості, тоді як інша – поглинатися матеріалом фільтра, відводиться з посудини під дією сил поверхневого натягу й земного тяжіння й накопичуватися в іншій. Ефективність розділення залежатиме від взаємного впливу характеристик рідин і матеріалу фільтра.

Необхідною умовою реалізації процесу є насичення органічною фазою пор фільтра, тому залишкові концентрації органічної фази не можуть бути меншими рівня її розчинності у воді. З огляду на це, метод придатний для видалення органічних домішок, розлитих на поверхні водного середовища, акумульованих на дні чи таких, що перебувають в товщі води у вигляді крапель.

Для досліджень було вибрано чотири зразки матеріалів, що виробляються промисловістю й доступні в значних об'ємах – бавовна, льон, штучний шовк, ацетатна фільтрувальна тканина. Зі стрічок однакової ширини формували приблизно однакові джгути прямокутного перерізу і за однаковим умов ($\Delta h = h_1 - h$; див. рис. 1) визначали об'єм рідини, що транспортується за межі посудини протягом визначеного часу.

Установлено, що найбільшу продуктивність за водою забезпечує капілярний фільтр з ацетатної тканини, найменшу – із бавовни (рис. 2, а). При цьому продуктивність ацетатної тканини майже вдвічі вища за продуктивність бавовни. Продуктивність капілярного фільтра за олією виявилася меншою приблизно на порядок (рис. 2, б). Це можна пояснити більшим (також приблизно на порядок) коефіцієнтом кінематичної в'язкості олії (0,977 Ст порівняно з 0,0101 Ст для прісної води).

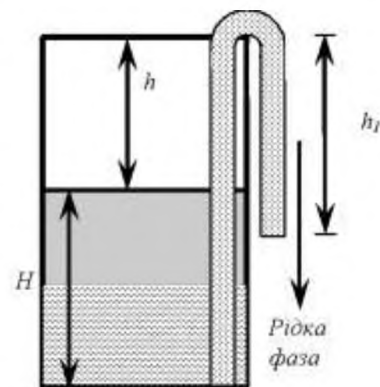


Рис. 1 – Схема капілярного фільтра для розділення рідин, що не змішуються

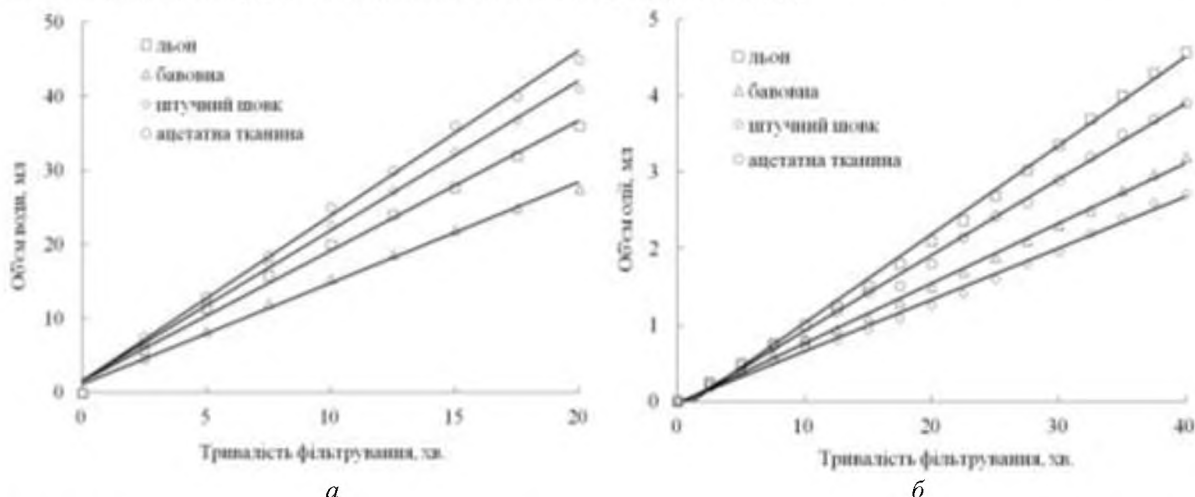


Рис. 2 – Зміна продуктивності капілярних фільтрів із поперечним перерізом 20×3 мм ($\Delta h = 2,5$ см) під час транспортуванні води (а) та олії (б)

За продуктивністю досліджені матеріали можна розташувати так: для води – ацетатна тканина > штучний шовк > льон > бавовна; для олії – льон > ацетатна тканина > бавовна > штучний шовк. Назвати визначальні фактори в такому розподілі дуже важко, оскільки одночасно змінюються такі характеристики, як поверхневий натяг і крайовий кут змочування.

Можна стверджувати, що бавовна навряд чи забезпечить оптимальні умови розділення, оскільки має низьку продуктивність для води та олії. Ацетатна тканина забезпечує максимальну продуктивність за водою і досить високу – за олією. Тому необхідні додаткові дослідження, щоб визначити її роздільну здатність. Для штучного шовку і льону одержано схожі результати. Штучний шовк забезпечує мінімальну продуктивність за олією і досить високу за водою. Льон, навпаки, забезпечує максимальну продуктивність за олією і досить низьку за водою.

Вибрати найкращий матеріал можна лише після додаткових досліджень, що виконували так.

У фільтр заливали 100 мл суміші води та олії у співвідношенні 1:1. Обробивши матеріал із капілярними властивостями водою чи олією, занурювали його до дна, встановлювали різницю рівнів $\Delta h = h_1 - h$ і спостерігали за швидкістю розділення рідин. Оскільки густина олії становила 920...940 кг/м³, вона формувала поверхневий шар, тоді як вода – нижній. Межу поділу рідин підтримували на сталому рівні.

Дослідження засвідчили, що визначальним фактором є попереднє оброблення матеріалу фільтра. Змочивши фільтр з ацетатної тканини в олії, можна забезпечити відмінні результати. Хоча фільтр занурений одночасно у воду та олію, із посудини відводиться лише олія. Навіть після повного її вилучення транспортування води не спостерігається. На нашу думку, цей факт можна пояснити тим, що змочений олією пористий матеріал має крайовий кут змочування водою недостатній для її транспортування в порах завдяки капілярному ефекту.

Окрім цього, для Δh наявний екстремум. Олія вилучається найбільш інтенсивно, якщо зовнішній кінець фільтра перебуває на межі поділу рідин. Після змінення рівня в обох напрямках інтенсивність транспортування олії зменшується (рис. 3, б). Це можна пояснити так. Якщо зовнішній кінець фільтра розташувати вище межі поділу, вакуум у пористому матеріалі, що забезпечує транспортування, зменшується, якщо нижче – створюється надлишковий вакуум і частину пор заповнює вода, перебиваючи їх для транспортування олії. Найприйнятнішу різницю рівнів слід визначати в кожному конкретному випадку для реального обладнання та вибраних матеріалів.

Після попереднього змочування ацетатного фільтра водою із суміші спочатку відводиться вся вода, а потім починає транспортуватися олія. Вочевидь, крайові кути змочування для систем ацетатна тканина – олія та ацетатна тканина – вода відрізняються настільки, що навіть у водному середовищі олія змочує її значно краще. Доки ж у пористому середовищі спостерігається рух води, це перешкоджає проникненню олії в пори фільтра. При цьому із збільшенням різниці рівнів Δh швидкість транспортування води зростає, а наявність шару олії на її поверхні на процес не впливає (рис. 3, а).

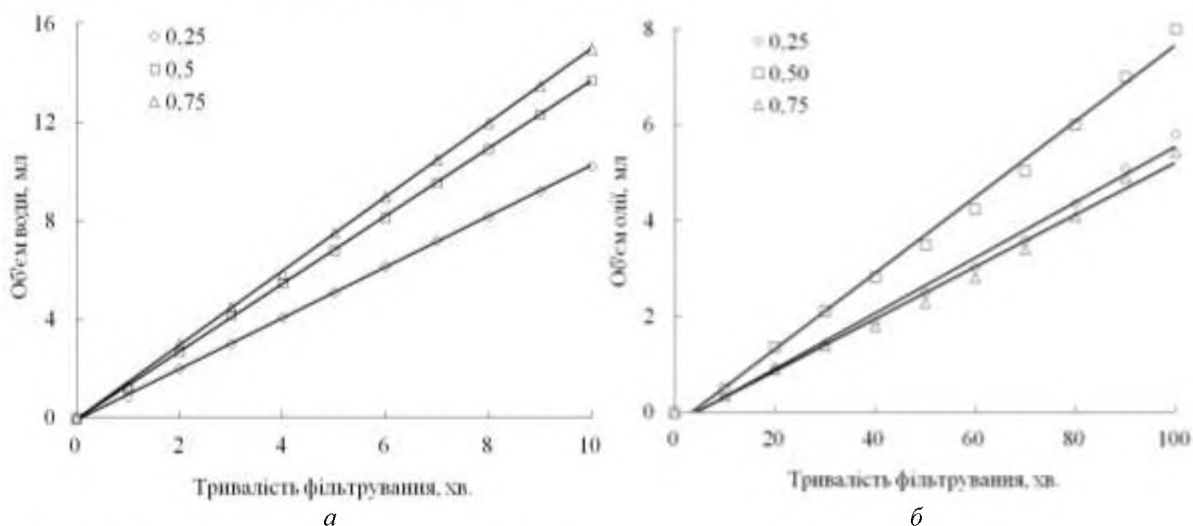
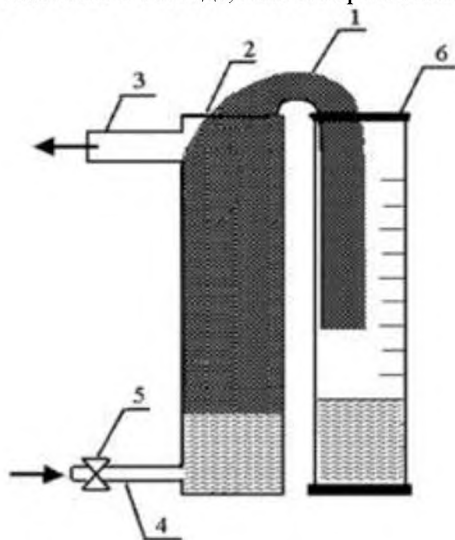


Рис. 3 – Зміна залежно від різниці рівнів Δh продуктивності капілярних фільтрів із поперечним перерізом 20×3 мм, виготовлених із ацетатної тканини, під час транспортування води (а) та олії (б)

Досліди з іншими матеріалами засвідчили, що їхні показники гірші порівняно з ацетатною тканиною. Так, після попереднього змочування штучного шовку олією спостерігалось виділення із суміші олії, а через добу починала транспортуватися вода; після змочування водою – спочатку видалялася вся вода, а після висушування матеріалу починала транспортуватися олія. Схожі результати було одержано для льону й бавовни. Вочевидь, їхнє використання для розділення води та олії буде недостатньо ефективним.



1 – капілярний фільтр; 2 – посудина;
3 і 4 – вихідний і вхідний патрубки; 5 – кран;
6 – лабораторний градуйований циліндр

Рис. 4 – Схема установки для вивчення розділення рідин, що не змішуються

дкість олії в матеріалі фільтра (за умов рис. 2, б, вона становить 0,778 м/год), можна визначити необхідну площу поперечного перерізу фільтра за відомих співвідношень олії й води в початковій суміші.

Висновки

Експериментально доведено можливість використання матеріалів із капілярними властивостями для розділення рідин, що не змішуються. Для видалення олії з води найбільш ефективною виявилася ацетатна тканина. Одержані залежності дозволяють розрахувати основні параметри капілярних фільтрів для реалізації розробленого методу. Його застосування може суттєво підвищити ефективність і зменшити вартість розділення рідин, що не змішуються.

The results of experimental researches of immiscible liquids separation method using materials with capillary properties were presented. The materials for capillary filter, which can effectively separate oil from the water, and the apparatus for this separation method were selected. The basic computational relations, which allow applying apparatus for separating water and oil, were discovered.

Keywords: capillary, immiscible liquids, separation, filter materials, filtration.

Надійшла до редакції 14.01.2012