

*О.Г. Левицька, канд. техн. наук,
(Дніпровський національний університет ім. О.Гончара)*

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ ЛЕГКОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ФРАКЦІЙ СОРБЕНТАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Визначені та порівняні сорбційні ємності сорбентів природного походження: здутого перліту, монтморилітової глини, торфу та пемзи в процесах сорбції нафтопродуктів легкої та середньої нафтових фракцій: бензинів А-92, А-95, дизельного палива та гасу в динамічних та статичних умовах. Показані залежності сорбційної ємності сорбентів у статичних умовах від часу їх взаємодії із сорбатами та виявлені найвищі значення сорбційної ємності як у динамічних, так і у статичних умовах для сорбентів, виготовлених із спученого перліту.

Ключові слова: здутий перліт, монтморилітові глини, пемза, торф, сорбційна ємність, бензин, дизельне паливо, гас.

O.G. Levytska

DETERMINATION OF SORPTION CAPACITY OF PETROLEUM PRODUCTS LIGHT AND MEDIUM FRACTIONS BY NATURAL SORBENTS

The sorption capacity of sorbents of natural origin such as expanded perlite, montmorillonite clay, pumice, peat in the sorption processes of petroleum products light and medium petroleum fractions: gasoline A-92, A-95, diesel fuel and kerosene in dynamic and static conditions was determined and compared. Dependences of sorption capacity of sorbents in static conditions from the time of their interaction with sorbates were shown and the highest values of sorption capacity both in static and in dynamic conditions were revealed for expanded perlite.

Keywords: expanded perlite, montmorillonite clay, pumice, peat, sorption capacity, activated carbon, gasoline, diesel fuel, kerosene.

Вступ. В ході транспортування та під час використання нафти і нафтопродуктів внаслідок необережності персоналу, порушення технологічних виробничих режимів або аварійних ситуацій вказані продукти потрапляють із герметичного середовища у довкілля, при цьому забруднюючи атмосферне повітря продуктами випаровування – леткими вуглеводнями.

Для розкладу нафти і нафтопродуктів використовують мікроорганізми-деструктори, що здатні забезпечити розклад вказаних поллютантів до вуглекислого газу і води, а також біопрепарати, в яких мікроорганізми іммобілізовані на органічному субстраті, наприклад на торфі. Однак процес нейтралізації у цьому випадку може тривати декілька місяців, що дасть змогу поллютантам потрапляти до ґрунтів та ґрунтових вод та, у випадку проливів продуктів світлих нафтових фракцій, швидко випаровуватись. Крім цього, застосовуються сорбенти природного та синтетичного походження, зокрема, органічні відходи, активоване вугілля, неткані полімерні матеріали, пінополімерні сорбенти на основі суміші поліаміду, поліуретану і АБС-сополімеру [1] тощо. Широкого розповсюдження в останній час набули рослинні сорбенти, виготовлені на основі деревинної тирси, опалого листя, горіхових шкаралуп, лузги зернових культур, соняшника [2, 3]. Але, незважаючи на це, проблема пошуку дешевших та більш ефективних матеріалів залишається актуальною і сьогодні.

Адсорбенти на основі торфу здатні зібрати розливи з будь-якої поверхні і утримувати їх, не даючи повторно поширюватися, так, сорбційна ємність сорбенту «Екторф» за сирою нафтою становить 3 - 5 г/г [4]. Відомо, що торф'яні ґрунти мають здатність відразу вбирати нафту і нафтопродукти - кілограм торфу може утримувати від 100 до 500 грамів нафтопродуктів [5]. Загальновідомою практикою є застосування мікроорганізмів-деструкторів, що іммобілізуються на органічному субстраті – торфі для очищення ґрунтів від нафтопродуктів: таку практику використано і при виготовленні біопрепарату «ЭКОНАДІН» [6,7].

Автори статті [8] проводили прикладні дослідження щодо сорбції світлих нафтопродуктів та визначили, що при внесенні до забруднених дизпаливом сірих лісових ґрунтів відбілювальної глини та порошкового перліту, вміст забруднюючої речовини збільшується у верхньому шарі ґрунтів (0-5 см) в 2,2 раза на ділянках, де у якості сорбенту використано відбілювальну глину незалежно від дози внесення та у 1,6 раза – на ділянках, де у якості сорбенту використано перлітовий порошок, що в обох випадках призводить до значного зменшення міграції поллютанта за профілем ґрунту.

Постановка задачі. В роботі поставлена задача щодо оцінки сорбційної ємності у статичних та динамічних умовах перспективних сорбційних матеріалів: здутого перліту, монтморилонітової глини, котра, як правило, виступає сорбентом для очищення забруднених стічних вод, пемзи та торфу, що часто використовується в якості складового матеріалу сорбційних препаратів та для очищення забруднених стічних вод. Вказані сорбційні матеріали не вміщують токсичних хімічних речовин та порівняно дешеві, оскільки не підлягають взагалі або підлягають незначній обробці.

У цій роботі важливим стало визначення максимальних сорбційних можливостей сорбентів природного походження здутого перліту, монтморилонітової глини, пемзи, торфу у статичних та динамічних умовах та порівняння отриманих значень.

В якості сорбатів обрано нафтопродукти легкої нафтової фракції – бензини А-92, А-95 та середньої нафтової фракції – гас та дизельне паливо.

Матеріали та методи досліджень. При дослідженні сорбційних ємностей здутого перліту, пемзи, торфу та монтморилонітової глини у статичних і динамічних умовах користувались методиками [9-12].

При визначенні ємності сорбентів у статичних умовах за вищевказаними сорбатами у лабораторний посуд наливалося по 200 мл нафтопродуктів, після чого вносилися сорбент у кількості 10 г (для пемзи 10–20 г) і лабораторний посуд герметично закривався кришкою. По закінченні часу експериментів (від 5 до 60 хвилин із інтервалом часу у 5 хвилин) сорбент відділявся від нафтопродукту за допомогою сита із розміром осередку 0,5 мм, стікав і зважувався.

Сорбційна ємність сорбентів у статичних умовах визначалась за відношенням різниці мас сорбенту після та перед взаємодією із нафтопродуктом до маси сорбенту перед взаємодією.

При визначенні сорбційної ємності у динамічних умовах досліджували нафтопродукти у кількості 100 мл пропускались через сорбційні шари, виготовлені із досліджуваних сорбентів. Висота сорбційного шару наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Висота сорбційного шару активованих вугіль, використаних при визначенні їх сорбційної ємності у динамічних умовах

Висота сорбційного шару сорбентів, мм			
Здутий перліт	Монтморилонітові глини	Торф	Пемза
45	31	36	34

Сорбційна ємність сорбентів у динамічних умовах визначалась за відношенням різниці мас сорбенту після та перед проходженням нафтопродукту крізь шар сорбенту до маси сорбенту перед проходженням нафтопродукту крізь шар сорбенту.

Результати та їх обговорення. Отримані в результаті експерименту криві залежності сорбційної ємності у статичних умовах від часу взаємодії сорбента із сорбатом наведені на рис. 1–4.

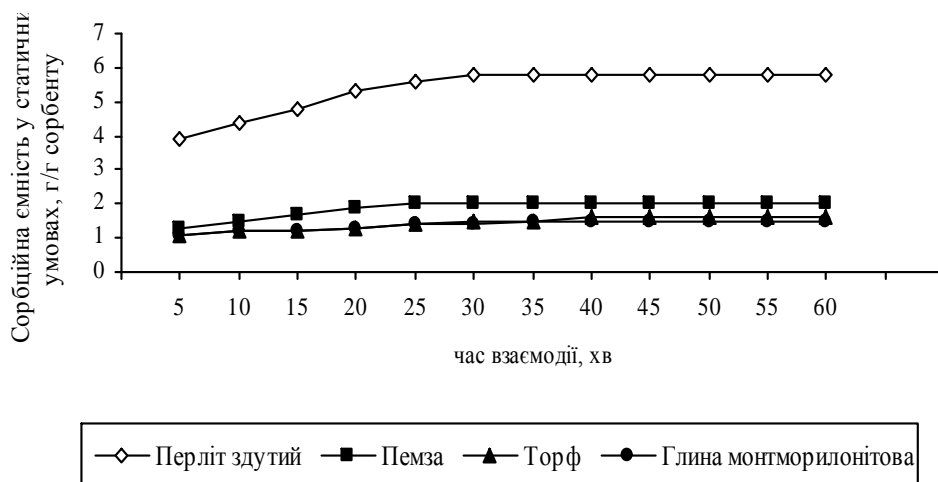


Рисунок 1 – Залежність сорбційної ємності сорбентів у статичних умовах від часу їх взаємодії із бензином А-92

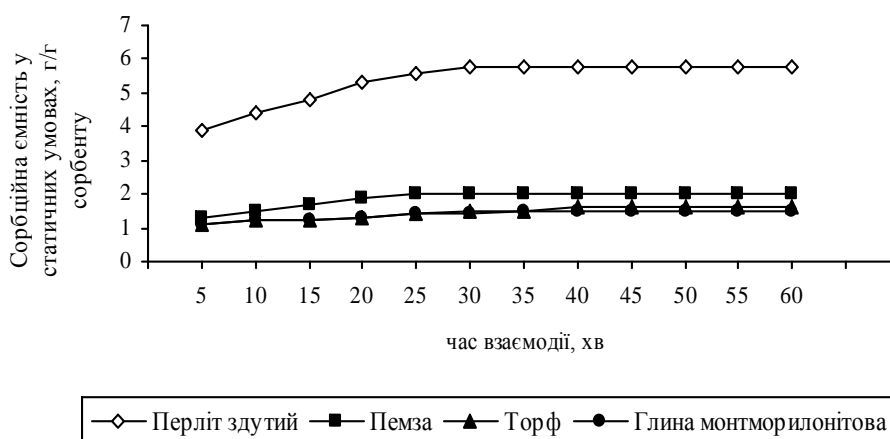


Рисунок 2 – Залежність сорбційної ємності сорбентів у статичних умовах від часу їх взаємодії із бензином А-95

Розглянуті сорбенти показали такі значення сорбційної ємності у статичних умовах – 1,5 – 2 г/г монтморилонітової глини, 1,6 – 1,9 г/г торфу, 2 – 2,7 г/г пемзи. Високі значення сорбційної ємності визначені для здутого перліту 5,8–9,3 г/г сорбенту. При цьому значення сорбційної ємності збільшуються із збільшенням важкості фракції та, відповідно, густини сорбатів.

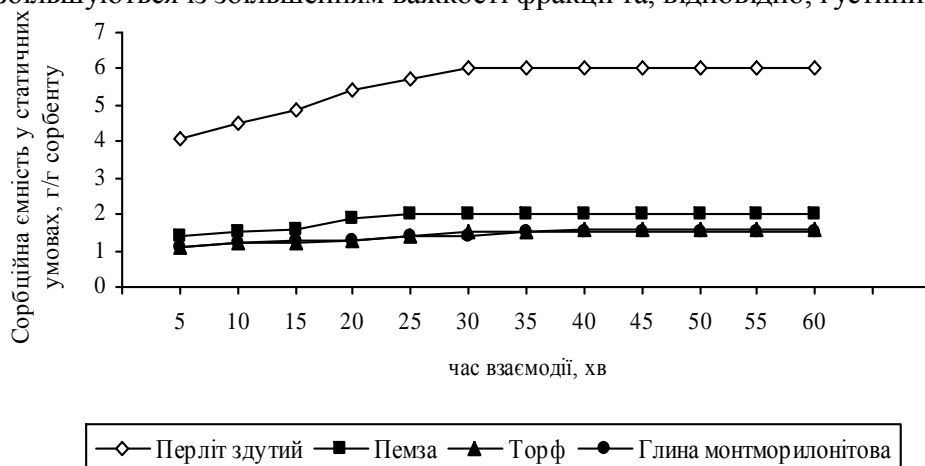


Рисунок 3 – Залежність сорбційної ємності сорбентів у статичних умовах від часу їх взаємодії із гасом

Із наведених графіків видно, що сорбційна ємність перліту здутого, пемзи, монтморилонітової глини та торфу поступово збільшується. Постійні значення сорбційної ємності встановлюються через 25–40 хвилин при сорбції бензинів А-92, А-95, 30–40 хвилин – при сорбції гасу, 35–40 хвилин – при сорбції дизельного палива зазначеними сорбційними матеріалами.

При порівнянні значень сорбційної ємності у статичних умовах для досліджених сорбентів очевидними є найвищі значення для здутого перліту в порівнянні із монтморилонітовою глиною, торфом та пемзою.

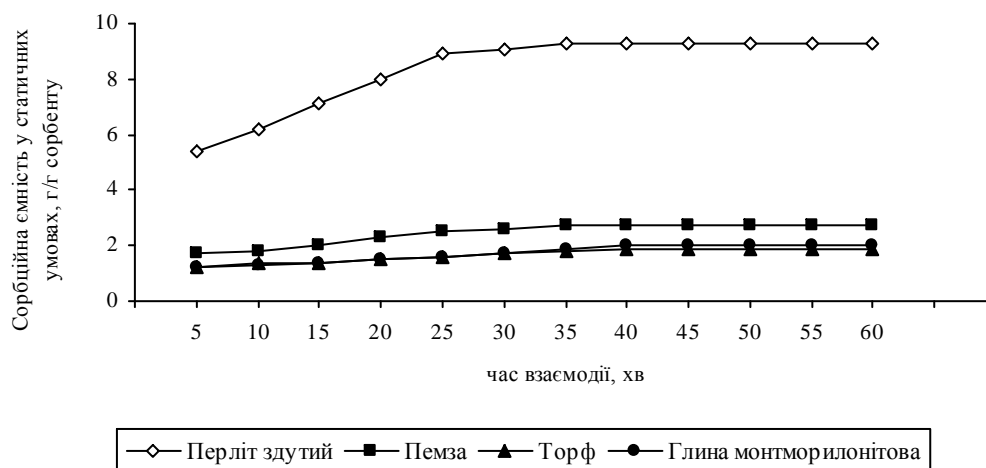


Рисунок 4 – Залежність сорбційної ємності сорбентів у статичних умовах від часу їх взаємодії із дизельним паливом

Досліджені також значення сорбційної ємності сорбентів природного походження у динамічних умовах та наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Сорбційна ємність сорбентів у динамічних умовах для нафтопродуктів легких та середніх нафтових фракцій

Сорбенти	Сорбати			
	Бензин А-92	Бензин А-95	Гас	Дизельне паливо
Перліт здутий	4,2	4,3	4,7	6,1
Пемза	1,4	1,5	2,2	2,5
Торф	1,5	1,6	1,7	2,0
Монтморилонітова глина	1,3	1,3	1,4	1,7

Із табл. 2 видно, що найвищу сорбційну ємність за дослідженими сорбатами має здутий перліт, найнижчу – монтморилонітові глини. При цьому вищу сорбційну ємність показують всі досліджені сорбенти для нафтопродуктів середньої фракції, нижчу – для нафтопродуктів легкої фракції, тобто із збільшенням густини нафтопродукту збільшується сорбційна ємність сорбентів, котрі застосовуються для його збирання.

Висновки. За результатами експериментальних робіт пемза, торф та монтморилонітові глини показують очікувані значення сорбційних ємностей як у статичних, так і у динамічних умовах – вони менші для нафтопродуктів світлих фракцій в порівнянні із нафтою, що має більшу вагу [4]. Результати експериментальних робіт доводять високу ефективність здутого перліту як в статичних, так і в динамічних умовах. Цікаво, що здутий перліт має переваги над звичайним порошковим перлітом, адже останній за дослідженнями [5, 8] поступається відбілювальним глинам. При цьому перліт є цілком безпечним та економічно вигідним матеріалом, тому може використовуватись при очищенні та рекультивациї ґрунтів, а також стати основою сорбційних матеріалів для очищення поверхневих та стічних вод.

Список літератури:

1. Кахраманов Н. Т. Сорбционные особенности пенополимерных сорбентов на основе смеси полиамида, полиуретана и АБС-сополимера / Н. Т. Кахраманов, Р. Ш. Гаджиева // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2014. – № 1. – С. 47 – 53.
2. Темирханов Б. А. Синтез высокоэффективных сорбентов из скорлупы грецкого ореха / Б. А. Темирханов, З. Х. Султыгова, Р. Д. Арчакова, З. С-А. Медова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2012. – № 6. – Т 12. – С. 1025–1032.
3. Громыко Н. В. Новые растительные сорбенты для очистки водоемов от аварийных разливов нефти и продуктов на ее основе // Молодой ученый. — 2015. — №10. — С. 192–195.
4. Матвеева О.Л. Ефективність застосування сорбентів при очищенні забруднених вод / О.Л. Матвеева, Д.О. Демянко, А.В. Копиленко, К.О. Шараєв // Харчова промисловість. — 2012. — №12. — С. 162–166.
5. Гринчишин Н. М. Реабілітація ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтопродуктів / Н. М. Гринчишин, О. Ф. Бабаджанова // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – № 22.7 – С. 43 – 49
6. Долина Л.Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод : Монография. – Днепропетровск : Континент, 2005. – 296 с.
7. Офіційний сайт НПП «ЭКОНАД» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://econadin.com/nppesonad/>
8. Бабаджанова О.Ф. Роль сорбентів у ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту / О.Ф. Бабаджанова, Н.М. Гринчишин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – 2010. – № 4. – С. 75-81.
9. ASTM F716 – 09 Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.astm.org/Standards/F716.htm>
10. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик абсорбентов : ГОСТ 33622-2015. – [Введ. 01.04.2017.]. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Республика Беларусь, Республика Казахстан, Российская Федерация, Киргизия, Таджикистан), 2016. – 12 с.
11. ASTM F 726 - 12 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.astm.org/Standards/F726.htm>
12. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик абсорбентов : ГОСТ 33627-2015. – [Введ. 01.04.2017.]. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Республика Беларусь, Республика Казахстан, Российская Федерация, Киргизия, Таджикистан), 2016. – 15 с.

References:

1. Kahramanov N. T., Gadzhieva R. Sh. Sorbtsionnyie osobennosti penopolimernyih sorbentov na osnove smesi poliamida, poliuretana i ABS-sopolimera [Sorption features of foam polymeric sorbents based on a mixture of polyamide, polyurethane and ABS copolymer]. Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syrya. 2014, no. 1, pp. 47–53.
2. Temirhanov B. A., Sultyigova Z. H., Archakova R. D., Medova Z. S-A. Sintez vyisokoeffektivnyih sorbentov iz skorlupyi gretskogo oreha [Synthesis of highly efficient sorbents from the walnut shell]. Sorbtsionnyie i hromatograficheskie protsessyi. 2012, no. 6, V. 12, pp. 1025–1032.
3. Gromyiko N. V. Novyie rastitelnyie sorbentyi dlya ochistki vodoemov ot avariynyih razlivov nefiti i produktov na ee osnove [New vegetable sorbents for cleaning reservoirs from oil spills and products based on it]. Molodoy ucheniy. 2015, no. 10, pp. 192–195.
4. Matveyeva O. L., Demyanko D. O., Kopyulenko A. V., Sharayev K. O. Efektyivnist zas-tosuvannya sorbentiv pry u ochyustci zabryudnennyuh vod [Efficiency of application of sorbents in the treatment of contaminated water]. Harchova promislovist. 2012, no. 12, pp. 162–166.

5. Hryunchyushyun N. M., Babaganova O. F. Reabilitatsiya gruntiv, zabrudnenih avariynimi vilivami naftoproduktiv [Rehabilitation of soils contaminated with emergency pouring of petroleum products] *Naukoviy visnik NLTU Ukrayini*. 2012, no. 22.7, pp. 43–49.
6. Dolina L. F. (2005) *Modern technology and facilities for cleaning oil waste water: Monograph*. Dnepropetrovsk : Kontinent.
7. Official site of research-and-production enterprise «ECONAD», available at : <http://econadin.com/nppeconad/>
8. Babadzhanova O.F., Hryunchyushyun N. M. Rol sorbentiv u likvidatsiyi avariynih rozliviv naftoproduktiv iz poverhni gruntu [The role of sorbents in the elimination of emergency oil spills from the soil surface] *Visnik Lvivskogo derzhavnogo universitetu bezpeki zhittediyalnosti*. 2010, no. 4, pp. 75–81.
9. ASTM F716-09 Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents, available at: <https://www.astm.org/Standards/F716.htm>
10. GOST 33622-2015 Ugol aktivirovannyiy. Standartnyiy metod opredeleniya sorbtsionnyih karakteristik absorbentov [Activated carbon. Standard method for determining sorption characteristics of absorbents]. (2016), Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Republic of Belarus, Republic of Kazakhstan, Russian Federation, Kyrgyzstan, Tajikistan). Moscow. Russian Federation.
11. ASTM F 726-12 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents, available at: <https://www.astm.org/Standards/F726.htm>
12. GOST 33627-2015 Ugol aktivirovannyiy. Standartnyiy metod opredeleniya sorbtsionnyih karakteristik absorbentov [Activated carbon. Standard method for determining sorption characteristics of absorbents]. (2016), Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Republic of Belarus, Republic of Kazakhstan, Russian Federation, Kyrgyzstan, Tajikistan). Moscow. Russian Federation.

