# ТЕХНОГЕННА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

**УДК 504.062.4**

***О.Г. Левицька**, канд. техн. наук, **О.В. Січевий,** д-р техн. наук, професор*
*(Дніпровський національний університет ім. О.Гончара)*

## СОРБЦІЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ВІДХОДАМИ ОЧИЩЕННЯ, ЛУЩЕННЯ І ШЛІФУВАННЯ ПШЕНИЦІ, ЖИТА ТА ВІВСА

Розглянуто сорбційні властивості відходів житніх, пшеничних та вівсяних культур у сільському господарстві і застосування їх для ліквідації проливів світлих нафтопродуктів на тверді та водні поверхні. Визначені та порівняні залежності їх сорбційної ємності від часу взаємодії із сорбатами – бензинами різних марок, дизельним паливом та керосином у статичних умовах та значення їх сорбційної ємності у динамічних умовах при пропусканні 200 мл нафтопродукту через сорбційні шари масою 10–16 г. Показаний часовий інтервал, за який встановлюються сталі значення сорбційної ємності у статичних умовах для всіх сорбентів.

***Ключові слова:*** бензин, керосин, дизельне паливо, сорбенти, сільськогосподарські відходи, сорбційна ємність.

***O.G. Levytska, O.V. Sichevyi***

## SORPTION OF LIGHT PETROLEUM PRODUCTS BY WASTES OF CLEANING, PEELING AND GRINDING OF WHEAT, RYE AND OATS

The problem of spills of light oil products on solid and water surfaces is presented and sorbents based on waste from rye, wheat and oat crops in agriculture are considered. The dependence of their sorption capacity on the time of interaction with sorbates – gasolines of different brands, diesel fuel and kerosene under static conditions and the values of their sorption capacity under dynamic conditions is determined and compared with the passage of 200 ml of the oil product through a sorption layer with a mass of 10-16 g. For which fixed values of the sorption capacity under static conditions for all sorbents are established.

***Key words:*** gasoline, kerosene, diesel fuel, sorbents, agricultural wastes, sorption capacity.

**Вступ.** Нафта та нафтопродукти у великих кількостях використовуються населенням для задоволення побутових та виробничих потреб. Однак, як і більшість ресурсів, що забезпечують комфортне життя людини, вони можуть потрапляти у навколишнє середовище – до поверхневих водойм, ґрунтів, розливатися на твердих бетонних та асфальтованих поверхнях. Випаровування продуктів світлих нафтових фракцій відбувається у повному обсязі за невеликий проміжок часу, що призводить до забруднення довкілля та шкідливо впливає на людину, яка вдихає токсичні пари.

Одним із ефективних методів боротьби із проливами нафти і нафтопродуктів є їх сорбція. При цьому одними із найбільш ефективних та економічно обґрунтованих є активовані органічні сорбенти, сировиною для виготовлення яких слугують відходи деревообробних виробництв, рослинна сировина. Застосовуються також необроблені або хімічно активовані сорбенти природного походження. Відомими сорбентами нафтопродуктів є перліт, глини, кварцевий пісок, гранульований торф, цеоліт та буре гумінове вугілля [1]. Виготовляються та використовуються штучні сорбенти на основі полімерних матеріалів. Високу ефективність показують пінополімерні сорбенти, виготовлені на основі суміші поліаміду, поліуретану і АБС-сополімеру [2].

Однак з економічної і екологічної точок зору вигідно застосовувати певні побутові та, навіть, промислові відходи для виготовлення сорбційних матеріалів. При цьому подрібнені відходи обробки сільськогосподарських культур мають невелику густину, розвинену сорбційну поверхню, що сприятиме поглинанню значної кількості нафтопродукту на одиницю їх маси. Саме тому у роботі поставлена задача докладної оцінки сорбційної ємності відходів виробництва розповсюджених в Україні сільськогосподарських культур – жита, пшениці та вівса.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження виконувались із врахуванням вимог методик [3-6]. При визначенні сорбційної ємності відходів обробки жита, пшениці та вівса у статичних умовах за бензинами, дизельним паливом та керосином у лабораторний посуд наливали по 200 мл нафтопродуктів, після чого вносили сорбент у кількості 10 г і лабораторний посуд герметично закривали. Експерименти тривали від 5 до 60 хвилин із інтервалом часу у 5 хвилин для кожного сорбенту і сорбату. Після взаємодії сорбент відділяли від нафтопродукту за допомогою сита із розміром вічка 0,5 мм, та зважували. Сорбційна ємність сорбентів у статичних умовах визначалась за формулою:

$$e_c = \frac{m_{12} - m_{11}}{m_{11}}$$

де $m_{11}$ – маса сорбенту до взаємодії із нафтопродуктом, г;

$m_{12}$ – маса сорбенту після взаємодії із нафтопродуктом, г.

При визначенні сорбційної ємності у динамічних умовах 200 мл кожного виду досліджуваного нафтопродукту пропускались через сорбційні шари масою 10–16 г та висотою 35–42 мм. Сорбційна ємність сорбентів у динамічних умовах визначалась за формулою:

$$e_д = \frac{m_{22} - m_{21}}{m_{21}}$$

де $m_{21}$ – маса сорбенту до взаємодії із нафтопродуктом, г;

$m_{22}$ – маса сорбенту після взаємодії із нафтопродуктом, г.

**Результати та їх обговорення.** В результаті експерименту отримані криві залежності сорбційної ємності у статичних умовах від часу взаємодії сорбента із сорбатом (рис. 1-4). Проаналізовані значення сорбційної ємності відходів виробництва жита, пшениці та вівса при взаємодії із світлими нафтопродуктами протягом 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 хвилин.

Результати експериментальних досліджень показали високу ефективність відходів сільського господарства при взаємодії із сорбатами різних нафтових фракцій. При цьому значення сорбційної ємності у статичних умовах для кожного розглянутого сорбента порівняно схожі: для відходів виробництва жита – 4–4,6 г/г сорбенту, для відходів виробництва пшениці – 3,9–4,3 г/г сорбенту, для відходів виробництва вівса – 3,4–3,8 г/г сорбенту.

Із залежностей рис. 1-4 видно, що значення сорбційної ємності збільшуються із збільшенням важкості фракції.

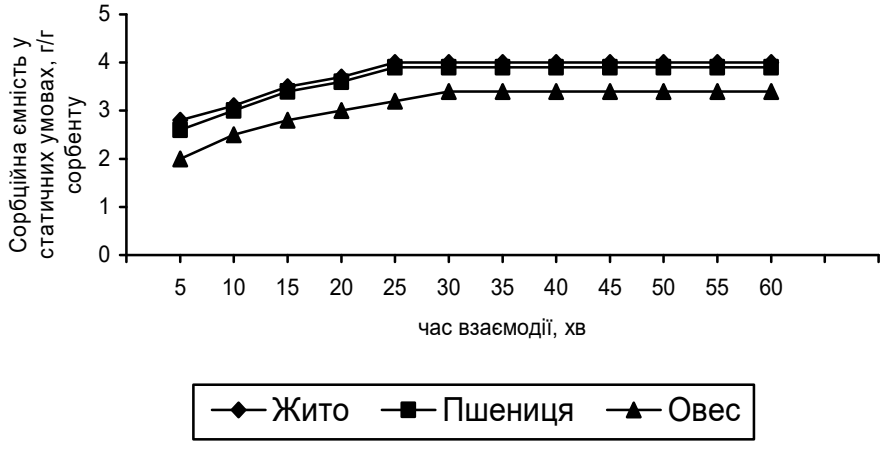


***Рисунок 1*** *– Залежність сорбційної ємності відходів сільського виробництва у статичних умовах від часу їх взаємодії із бензином А92*

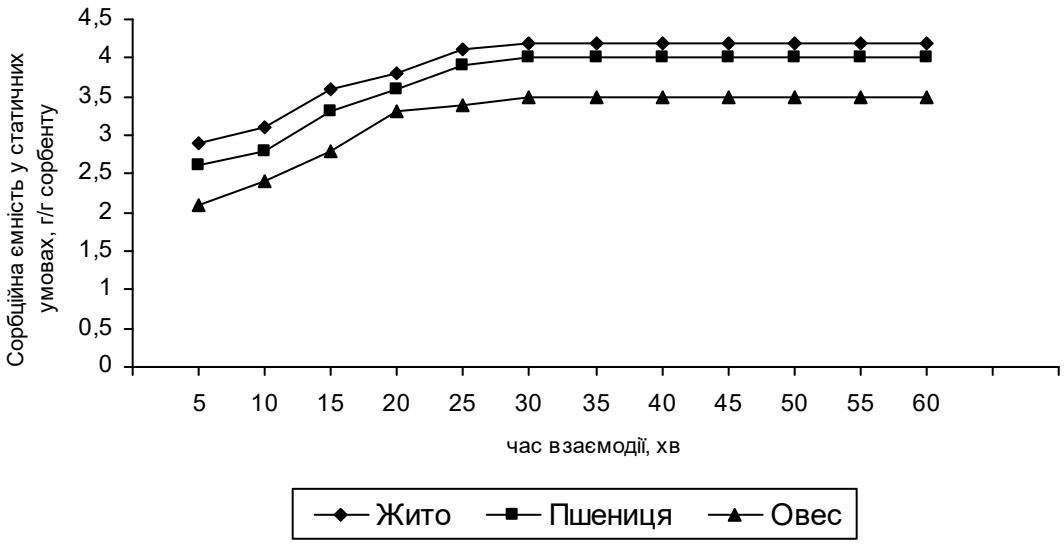


***Рисунок 2*** *– Залежність сорбційної ємності відходів сільського виробництва у статичних умовах від часу їх взаємодії із бензином А95*

Для бензинів значення сорбційної ємності не змінюється значним чином через 30 хвилин, для керосину – через 45 хвилин, дизельного палива – через 50 хвилин після початку експерименту.

Найвище значення сорбційної ємності від перших до останніх хвилин експерименту показує сировина із житніх відходів, найнижче – сировина із відходів вівса. Однак, не зважаючи не це, сільськогосподарські відходи мають високі значення сорбційної ємності.

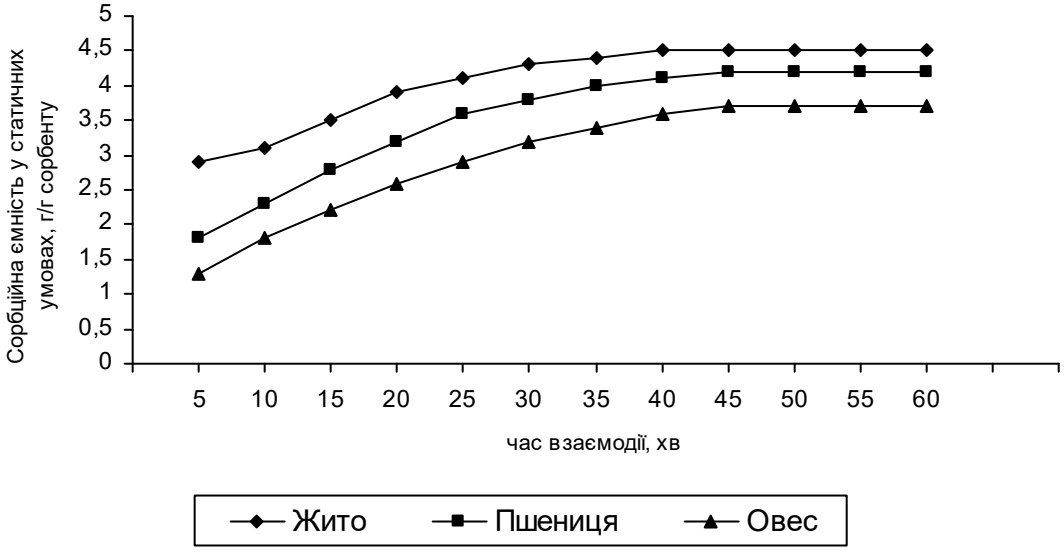


***Рисунок 3*** *– Залежність сорбційної ємності відходів сільського виробництва у статичних умовах від часу їх взаємодії із керосином*

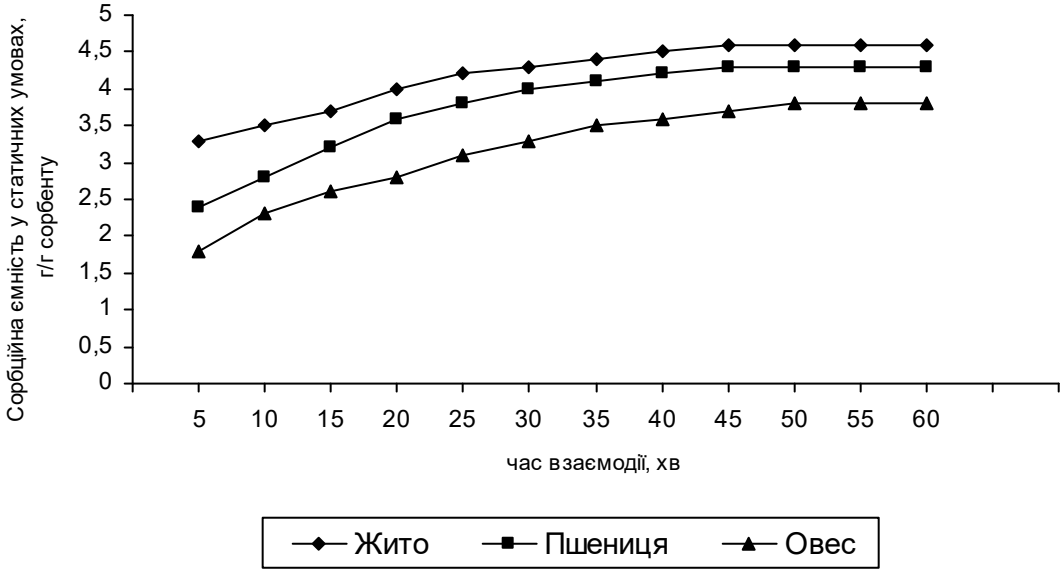


***Рисунок 4*** *– Залежність сорбційної ємності відходів сільського виробництва у статичних умовах від часу їх взаємодії із дизельним паливом*

Досліджені також значення сорбційної ємності відходів обробки пшениці, жита та вівса у динамічних умовах та наведені у табл. 1.

***Таблиця 1***

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

| Сорбенти із відходів | Сорбати | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Бензин А92 | Бензин А95 | Керосин | Дизельне паливо |
| Жита | 2,1 | 2,2 | 2,8 | 3,0 |
| Пшениці | 2,0 | 2,1 | 2,8 | 3,0 |
| Вівса | 1,8 | 1,9 | 2,5 | 2,8 |

Із табл.1 видно, що найвищу сорбційну ємність мають сорбенти з відходів жита та пшениці, трохи нижчу – з вівса. При цьому вищу сорбційну ємність показують всі досліджені сорбенти для нафтопродуктів середньої фракції, нижчу – для нафтопродуктів легкої фракції.

**Висновки.** При визначенні експериментальним шляхом значення сорбційної ємності відходів виробництва жита, пшениці та вівса для сорбатів легкої та середньої нафтової фракції підтверджена висока ефективність зазначених сорбентів. При цьому розглянуті сорбуючі матеріали є цілком безпечними за хімічним складом та вигідні з економічної точки зору. Вони можуть успішно конкурувати із відомими сорбентами нафтопродуктів – цеолітами, активованим вугіллям, вермикулітом тощо та використовуватись при очищенні та рекультивації ґрунтів та можуть стати основою для виготовлення сорбційних матеріалів для очищення поверхневих вод.

**Список літератури:**

1. Артемов А. В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений / А. В. Артемов, А. В. Пинкин и др. // Вода: химия и экология . – 2008 г. – №1 – С. 18-24.

2. 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.

3. ASTM F716-09 Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.astm.org/Standards/F716.htm

4. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик абсорбентов : ГОСТ 33622-2015. – [Введ. 01.04.2017.]. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Республика Белорусь, Республика Казахстан, Российская Федерация, Киргизия, Таджикистан), 2016. – 12 с.

**5.** ASTM F 726-12 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.astm.org/Standards/F726.htm

6. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик абсорбентов : ГОСТ 33627-2015. – [Введ. 01.04.2017.]. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Республика Белорусь, Республика Казахстан, Российская Федерация, Киргизия, Таджикистан), 2016. – 15 с.

**References:**

1. Artemov A.V., Pinkin A.V. (2008). «Sorption technologies of water purification from oil pollution», *Voda: himiya i ekologiya*, no. 1, pp. 18–24.

2. Kahramanov N. T., Gadzhieva R. Sh. (2014). «Sorption features of foam polymeric sorbents based on a mixture of polyamide, polyurethane and ABS copolymer», *Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syirya*, no. 1, pp. 47–53.

3. ASTM F716-09 Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents, available at: https://www.astm.org/Standards/F716.htm .

4. GOST 33622-2015 Ugol aktivirovannyiy. Standartnyiy metod opredeleniya sorbtsionnyih harakteristik 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.

5. ASTM F 726-12 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents, available at: https://www.astm.org/Standards/F726.htm

6. GOST 33627-2015 Ugol aktivirovannyiy. Standartnyiy metod opredeleniya sorbtsionnyih harakteristik 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.

❖❖❖