

<https://doi.org/10.15407/geotech2020.32.071>

УДК 06

Забулонов Ю.Л., Пугач О.В., Кисельов Ю.В., Одукалец Л.А., Буртняк В.М.

Забулонов Ю.Л., д.т.н., чл.-кор. НАН України, проф., ДУ «ІГНС НАН України», ORCID:0000-0002-4517-9927, Zabulonov@nas.gov.ua

Пугач О.В., м.н.с. ДУ «ІГНС НАН України», ORCID:0000-0002-1378-3820, pav281082@gmail.com

Кисельов Ю.В., к.т.н. ДУ «ІГНС НАН України», ORCID:0000-0003-3762-5875, rcfly412@gmail.com

Одукалец Л.А., н.с., ДУ «ІГНС НАН України», ORCID:0000-0003-2569-6406, laoduk@i.ua

Буртняк В.М., к.т.н. ДУ «ІГНС НАН України», ORCID:0000-0003-1768-507X, burt59@gmail.com

ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОЙМ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ, ЗА ДОПОМОГОЮ СОРБЕНТУ РОЗШИРЕНОГО ГРАФІТУ

Важливу роль у житті людини відіграють нафта і продукти її перегонки. У процесі перегонки нафти ми отримуємо важливі продукти для забезпечення життєдіяльності сучасної людини. Важко уявити існування людини без бензину, дизельного палива, мастильних і полімерних матеріалів. Хімічна промисловість також сильно залежить від нафти. Вибудуток нафти приносить значний внесок у господарство і при цьому завдає значного збитку місцю існування людини і тварин. На даний момент процес видобутку нафти неможливий без вірогідності розливів у верхні шари ґрунту і водойми. Так само існує вірогідність аварій під час видобування, транспортування та перегонки нафти. Більшість аварій відбувається через корозію труб, які не завжди інспектують і роблять заміну в потрібні терміни. Кожен нафтопровід має свої терміни експлуатації, нафтові компанії зобов'язані стежити за станом труб, засувки і так далі. Необхідно створювати спеціальні комісії з контролю магістралей транспортувань. Завжди аварію краще попередити, ніж потім ліквідувати розлив і виконувати очищення довкілля від продуктів забруднення. На жаль, керівники великих нафтових корпорацій не бажають робити заміну трубопроводів у зазначені терміни, намагаючись заощадити частину матеріальних коштів. У результаті гинуть тварини, птахи і мешканці водойм. Загинуті можуть не лише дорослі представники тваринного світу, але й ембріони, які є дуже чутливими навіть до невеликої кількості нафти та її продуктів. Гинуть тварини, занесені до Червоної книги. З кожним роком через помилки людей страждає все більше і більше представників флори і фауни. Деякі види знаходяться на межі вимирання. Людина в гонимстві за технічним прогресом губить своє середовище існування. Велика кількість нафтових родовищ знаходиться на дні водойм, у результаті ми маємо розливи нафти при видобуванні на дні і поверхні водойми. Вплив цих процесів на рибу практично завжди має летальний характер. Птахи в період міграції також підпадають під згубний вплив нафтових розливів. Нафта забруднює їх пір'я, потрапляє в дихальні шляхи. В результаті забруднене пір'я не дає можливості птахам продовжити переліт.

Ключові слова: слова: вода, водойма, нафта, нафтопродукти, графіт

Постановка питання. Усі компоненти нафти є отрутою для підводного світу. Канцерогенну дію і мутагенні ефекти має ароматична фракція нафти. Жителі водойм є важливою складовою харчового ланцюга в життєдіяльності людини. Тому потрапляння нафтопродуктів у водойми є серйозною проблемою, що потребує нагального вирішення. Необхідно оперативно виявити місце аварії і ліквідувати, щоб не допустити поширення небезпечних речовин площею водойми. Розроблено декілька способів очищення води від нафтопродуктів. Основними з них є механічний, хімічний і біологічний. Хімічний спосіб представляє собою використання додавання спеціальних препаратів у зоні розливу. Біологічний спосіб включає додавання спеціальних мікроорганізмів у заздалегідь очищену механічним способом воду. Детальніше ми розглянемо механічний спосіб очищення водойм. Цей спосіб здійснюється за допомогою розширеного графіту.

Одним із найбільш ефективних застосувань розширеного графіту є використання його як сорбенту нафти і нафтопродуктів. У цій якості розширеному графіту немає конкурентів, він може увібрати в себе від 50 до 100 вагових частин нафтопродукту з поверхні води. Ця властивість робить розширений графіт незамінним при ліквідації розливів нафти і нафтопродуктів.

Розширений графіт являє собою легкий порошок чорного кольору з малою щільністю (від 3 до 5 г/дм³). Остання властивість погіршує його транспортування до місця застосування. При трясінні і під дією гравітації розширений графіт ущільнюється, частково втрачаючи свої властивості. Проте це властиво усім адсорбуючим речовинам, що мають підвищену здатність до поглинання.

Ще одна з переваг розширеного графіту полягає в тому, що він піддається практично повній регенерації зі збереженням своїх гідрофобних властивостей (на

відміну від інших гідрофобних матеріалів) і його можна використати два і більше разів.

Розширений графіт має ряд властивостей: висока термостійкість, теплопровідність, змашувальна здатність, хімічна стабільність, може протидіяти тепловим ударам.

Сировиною для його отримання є окислений графіт (Рис. 1) – компактний і зручний для транспортування і зберігання.

Під час розширення графітові пластівці збільшуються в об'ємі від 200 до 400 разів, при цьому графіт зберігає характерні для нього властивості – електро- і теплопровідність та хімічну стійкість.



Рис. 1. Графітовий порошок (пластівці)
Fig. 1. Graphite powder (flakes)

Завдання широкого використання розширеного графіту (Рис. 2) може бути вирішене шляхом виробництва його безпосередньо на місці застосування. ДУ «ІГНС НАН України» пропонує виготовити пересувні і стаціонарні установки з виробництва розширеного графіту потрібної продуктивності безпосередньо на місці його застосування. Установка з виробництва розширеного графіту потужністю до 50 кг на добу може бути змонтована на базі мікроавтобуса.

На відміну від гідрофобних силікатних матеріалів, які зараз широко використовуються у світовій практиці для збору нафтопродуктів з поверхні води, розширений графіт за допомогою мобільних пересувних установок можна отримувати в місцях, максимально наближених до місця аварії, і багаторазово використовувати його або утилізувати.

З економічної точки зору, при рівних поглинаючих здатностях, такий сорбент, як гідрофобне базальтове волокно, виготовлене в Україні, коштує 20\$ за 1кг, у той час, як розширений графіт коштуватиме у 2-3 рази дешевше.



Рис. 2. Розширений графіт
Fig.2. Expanded graphite

Спосіб отримання розширеного графіту. Фахівцями ДУ «ІГНС НАН України» було сконструйовано і виготовлено електроустановку для отримання розширеного графіту з продуктивністю 6-8 кг/годину [1]. Загальний вигляд установки і схема її роботи наведено на рисунках 3 та 4.



Рис. 3. Загальний вигляд установки
Fig. 3. General view of the installation

Принцип роботи системи. До блоку завантаження сировини (бункер) 1 подається графітовий порошок, який за допомогою блоку дозування (дозатора) 2 подається порціями та із заданою частотою у розігрітий до 650-700°C блок розширення (реактор) 3. Потім розширений тепловим ударом графіт подається у блок вивантаження 4 за допомогою блоку аеродинаміки (системою продування) 5. Усі блоки скомпоновано у корпусі 6.

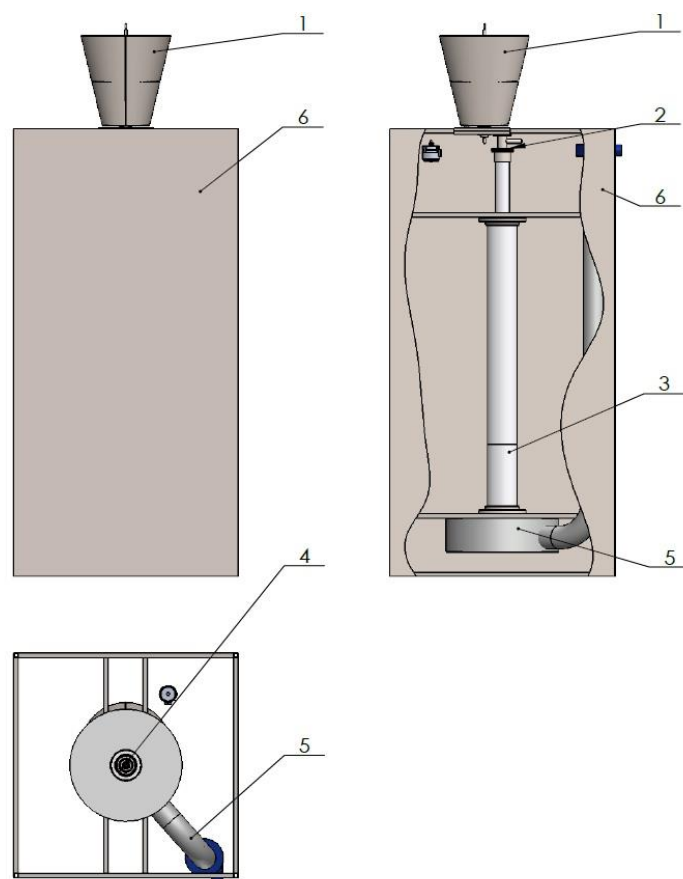


Рис. 4. Схема компонування блоків системи
Fig. 4. System block layout diagram

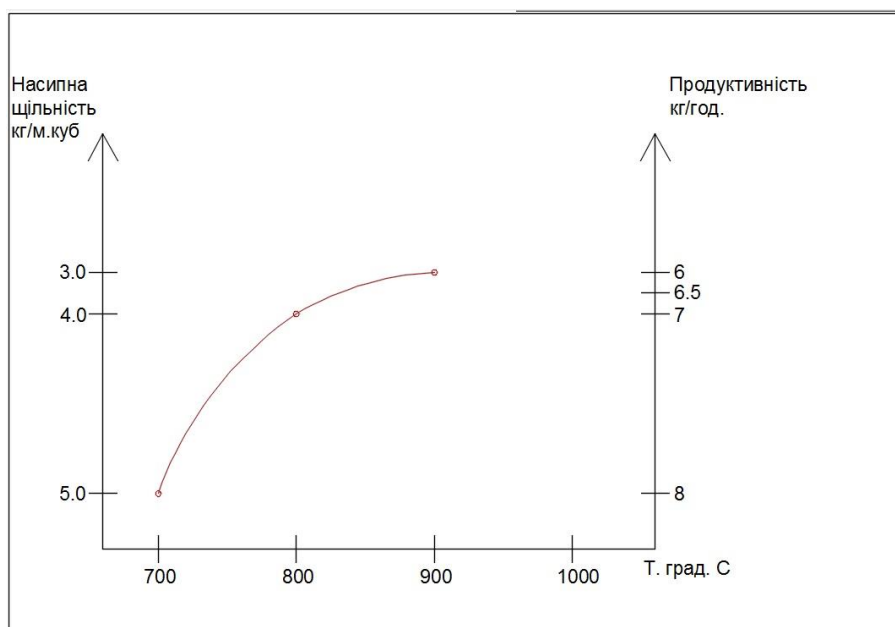


Рис. 5. Графік характеристик сорбенту в залежності від температури термоудару
Fig. 5. Graph of the characteristics of the sorbent depending on the temperature of the thermal shock

Графік було побудовано на основі проведеного експерименту з графіту, замовленого в Китаї.

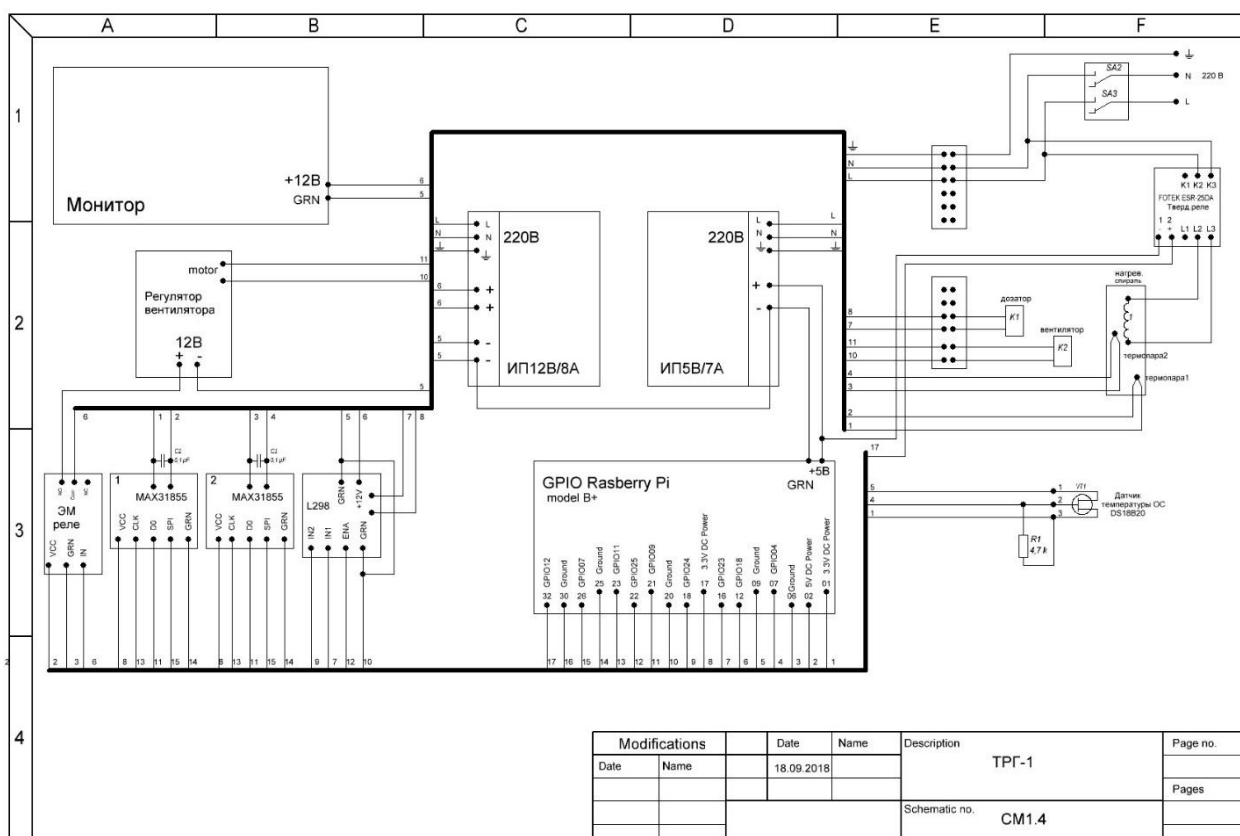


Рис. 6. Схема електричної системи
Fig. 6. Scheme electrical systems.

Технічні характеристики системи

Продуктивність – 6-10 кг/год.

Споживча потужність – 5 кВт/год.

Висновки. Відновлення флори і фауни від забруднення нафтопродуктами розширеним графітом дає можливість зберегти від загибелі велику кількість тварин і рослин. Ця система мобільна, тому дозволяє виготовляти розширений графіт безпосередньо в зоні виявлення розливу, виключаючи транспортування сорбенту. Транспортування розширеного графіту – процес складний і витратний через те, що його агрегатний стан – пух. Для відновлення водойм є можливість установки системи на плавучий засіб (човен, катер, платформа і так далі) і ліквідувати розлив. Для ефективного видалення сорбенту із нафтопродуктами з поверхні води, розроблено спеціальні мішки, в які завантажують розширений графіт. Мішки виконано з

матеріалу, принцип дії якого схожий з пароізоляційною плівкою або з гідрофобною тканиною. Мішок з сорбентом вбирає нафтопродукти без води. Потім мішок віджимають за допомогою механічного пресу, відділяють нафту і утилізують або регенерують сорбент. Таким чином відокремлена нафта може йти на переробку. В результаті ця технологія відновлює водойму без втрати нафти або нафтопродуктів.

Порівняльна характеристика запропонованого сорбенту «Розширений графіт» з деякими аналогами

Характеристики	Запропонований сор- бент	Поліакрилнітріл	С-вераа	Vermiculit fine	Ecosol	Піт-сорб	Турбо- джет	БТК-1	Сорбойл™	ОДМ-Ф™	ДОН™	Сорбенти рослинні
Основа сорбенту	Розширений графіт	Гумовий порошок	Слоїстий алю- мосилікат	Слоїстий алю- мосилікат	Поліуре- тан	Торф	Торф	Торф	Торф	Окп	Окп	Лушпиння гречихи,
Зовнішній вигляд	Порошок гідрофобний	Порошок	Гранули 8,0 - 0,35 мм	Гранули 0,63- 6,35 мм	Порошок	Крихта	Крихта	Крихта	Крихта	Крихта	Порошок	Частки до 8 мм
Щільність г/см³.	0,005 (середнє)	0,2 - 0,3	0,08-0,12	0,125		9,16	0,11	0,06	0,2-0,3	0,6	0,15	0,15
Нафтомісткість г/г	50 (min)	6,9	5,9	2,76		4	3,6	11	8	0,9	5	4,5
Нафтомісткість г/см³	5 (min)	1,2-1,8	0,59	0,345	-	0,64	0,40	0,66	1,6-2,4	0,54	-	0,675
Водо- поглинання г/г	відсутня (не тоне)	0,2	0,17	0,23	-	1,64	2,03	5,21	0,0002	-	0,2	-
Токсичність	нейтральне (нешкідливий)	нешкідливий	нешкідливий	нешкідливий	нешкідли- вий	нешкідли- вий	нешкідли- вий	нешкідли- вий	нешкідли- вий	нешкідливий	нешкідли- вий	нешкідливий
Спосіб утилізації	Регенерація 2–3 рази. спалювання, добавки до бітуму та асфальту	Спалювання, доба- вки до бітумних сумішей. Асфальт. регенерація	Природна біодеградація, поховання	Спалювання	Поховання	Спалю- вання, поховання	Спалю- вання 365°C	Спалю- вання	Спалю- вання	Спалювання, поховання, регенерація	Відпал	Спалювання
Упаковка	Виготовляється на місці застосування	мішок 20 кг.	мішок 7 кг	мішок	мішок	мішок 22 кг	мішок 30 кг	мішок 15 кг	мішок 15 кг	мішок 30 кг	мішок 15 кг	мішок 15 кг
Країна виробник	Україна	Росія	Росія	США	Нідерлан- ди	Канада	Франція	Росія	Росія	Росія	Росія	Росія
Ціна у.о. / т	10000	2000	1060	6500	-	7000	5800	7000	2800	150	1200	2000 - 10000
Вартість збору 1т н/п у.о./т	50 (max)	333	180	2350	-	1750	1610	640	350	167	240	Від 445

* - за даними - НПХ «ОКПУР»;

- ціна отримана шляхом перерахунку ціни 180 у.о- за 1 м- куб. * - робиться експериментальними партіями, промислових потужностей для виробництва немає.

Література:

1. Спосіб отримання розширеного графіту і пристрій для його реалізації.; Декларативний патент на винахід UA 47966A. 7 CO1B3 1/04; Кисельов В.П., Кисельов Ю.В., Гоцуленко В.В.

References:

1. A method of obtaining expanded graphite and a device for its implementation; Declaration patent for invention UA 47966A. 7 CO1B3 1/04; Kiselyov V.P., Kiselev Yu.V., Gotsulenko V.V.

RESTORATION OF WATER BODIES POLLUTED WITH REFINED PRODUCTS USING EXTENDED GRAPHITE SORBENT

Yu. Zabulonov, O. Puhach, Yu. Kyseliov, L. Odukelec, V. Burtniak

Y. Zabulonov, D.Sc, Corresponding Member NAS of Ukraine, Prof., State Institution «The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine», ORCID:0000-0002-4517-9927, Zabulonov@nas.gov.ua

O. Puhach, Junior Researcher, State Institution «The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine», ORCID:0000-0002-1378-3820, pav281082@gmail.com

Yu. Kyseliov, Ph.D., State Institution «The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine», ORCID:0000-0003-3762-5875, rcfly412@gmail.com

L. Odukelec, Researcher, State Institution «The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine», ORCID:0000-0003-2569-6406, laoduk@i.ua

V. Burtniak, Ph.D., State Institution «The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine», ORCID:0000-0003-1768-507X, burtn59@gmail.com

Oil and its distillation products play an important role in human life. In the process of distilling oil, we get important products for the life of a modern person. It is hard for a person to live without gasoline, diesel fuel, lubricants and polymeric materials. The chemical industry is also heavily dependent on oil. Oil production makes a significant contribution to the economy and at the same time causes significant damage to the habitat of humans and animals. Nowadays the oil production process may cause oil spills into the upper soil layers and water bodies. Also, the likelihood of accidents during the production, transportation and distillation of oil is not excluded. Most accidents occur due to corrosion of pipes, which are not always inspected and replaced in due time. Each pipeline has its own service life, oil companies are required to monitor the condition of pipes, valves, etc. It is necessary to create special commissions to control the transportation routes. It is always better to prevent an accident than to clean up the spill and clean the environment from pollution products. Unfortunately, the leaders of large oil corporations do not want to replace pipelines in time, trying to save some material resources. As a result, animals, birds and inhabitants of reservoirs die. Not only adult representatives of the animal world can die, but their embryos, they are very sensitive even to a small amount of oil and its products. Animals listed in the Red Book are dying. Every year more and more representatives of flora and fauna suffer from human mistakes. Some species are on the verge of extinction. A man in pursuit of technological progress ruins his habitat. A large number of oil fields are located at the bottom of reservoirs, as a result, we have oil spills during production at the bottom and surface of the reservoir. The effect of these processes on fish is almost always lethal. Birds, during migration, are also exposed to the detrimental effects of oil spills. Oil contaminates their feathers and enters the respiratory tract. As a result, contaminated feathers do not allow to continue the flight.

Keywords: water, reservoir, oil, oil products, graphite