

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Б.Н. Житенев, А.В. Белая

Брестский государственный технический университет, г.Брест, Беларусь

В крупных городах Республики Беларусь поверхностный сток сбрасывается в водоприемники без очистки. Это приводит к загрязнению водных ресурсов республики нефтепродуктами, ионами тяжелых металлов и другими соединениями. В связи с этим возникает необходимость в поиске эффективных методов и технологий очистки сточных вод ливневой канализации.

В настоящее время одним из самых опасных и вредных загрязнений ливневых вод являются нефтепродукты, которые образуют на водной поверхности пленку, препятствующую поступлению кислорода в воду водоема. Кроме того, часть вредных углеводов растворяется в воде и губительно воздействует на обитателей гидросферы.

Под понятием “нефтепродукты” подразумевают группу углеводов, слой нефти, смол, растительных и минеральных масел, смазочно-охлаждающих жидкостей, легкого и тяжелого жидкого топлива. Все эти вещества не имеют постоянного химического состава, обладают различными физическими и физико-химическими свойствами. Исходя из этого, используют и различные методы очистки: отстаивание, фильтрацию, сорбцию, реагентную и электролитическую коагуляцию и др.

Предельно-допустимые концентрации при сбросе поверхностного стока в водоприемники для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет $0,3 \text{ мг/дм}^3$, для рыбохозяйственного назначения нормы еще жестче.

Для достижения таких показателей наиболее эффективным методом очистки является сорбционный, позволяющий концентрировать нефтепродукты из больших объемов сточных вод, обеспечивая возможность оборотного использования очищенной воды.

Под сорбционной очисткой воды обычно понимают сорбцию (концентрирование) веществ на поверхности или в объеме пор твердого материала. Физическая сорбция обусловлена силами молекулярного взаимодействия, в основном дисперсионными, которые создают силовое поле (потенциальное поле). Эти силы, а, следовательно, и потенциальное поле, действуют на коротких расстояниях. Действие различных сил ослабляется обратно пропорционально расстоянию в некоторой степени.

Область действия сил притяжения характеризуется так называемым адсорбционным потенциалом, который представляет собой работу, выполняемую силами адсорбции при переносе частицы нефтепродуктов из жидкости на поверхность сорбента. Этот термодинамический потенциал является наибольшим на поверхности твердого тела и с увеличением расстояния от поверхности быстро уменьшается. Потенциальная энергия взаимодействия двух атомов равна

$$U(r) = b / r^n - C_n / r^6,$$

где r – расстояние между центрами атомов; b – эмпирическая константа; C_n – константа поляризации.

Приведенное выражение показывает, что сорбционные взаимодействия проявляются только на очень малых расстояниях. Теоретически, если взаимное притяжение атомов максимально на расстоянии r_0 , то при $r = 1,5 r_0$ их взаимодействие ослабевает в 4 – 5 раз. И, наоборот, при $r < 0,5 r_0$ превалируют силы отталкивания [1].

При сорбции нефтепродуктов из раствора они занимают в объеме пор сорбента место, которое до этого занимали молекулы растворителя (воды), а не свободное пространство. Присутствие воды в порах приводит к некоторому выравниванию

сорбционного потенциала. В объеме сорбируемой фазы концентрация нефтепродуктов выше, чем в растворе. При этом снижается поверхностное натяжение на границе раздела раствор – твердый сорбент.

Впервые основы термодинамики адсорбции из растворов сформулировал Гиббс [1]. Им было введено понятие избыточной адсорбции Γ , т. е. избыточного содержания поглощаемого вещества в адсорбированной фазе по сравнению с его содержанием в растворе. Величина избыточной (гиббсовской) адсорбции определима по формуле

$$\Gamma = (C_0 - C_k) V/m ,$$

где C_0 и C_k – концентрация вещества в растворе до и после опыта; V – объем раствор; m – навеска сорбента.

Для сорбционной очистки воды используют множество материалов естественного и искусственного происхождения. Традиционные материалы (древесные опилки, отходы химического волокна и т.д.), применяемые для очистки нефтесодержащих сточных вод, имеют невысокую нефтеёмкость, создают проблемы при утилизации отработанных сорбентов.

Наиболее перспективными сорбентами являются материалы на основе органоминерального сырья, одним из лучших показателей по емкости сорбции и некоторым другим характеристикам принадлежит материалам на основе торфа. Торф – неоднороднопористый сорбент с довольно значительным объемом микропор. Химический состав торфа (в %): углерод 50 – 60, кислород 30 – 40, водород 5 – 6,5, азот 1 – 3, сера 0,1 – 1,5. Применение торфа в качестве сорбента обусловлено специфическими физико-химическими свойствами материала и продуктов его переработки, способностью взаимодействовать с различными веществами искусственного и растительного происхождения. Его сорбционные свойства связаны со способностью функциональных групп, в основном карбоксильных и аминогрупп, к взаимодействию с ионами загрязнений, находящихся в растворе. Кроме того, это сырье доступно. В пределах РБ около 7 тыс. месторождений торфа общей площадью более 2,5 млн. га.

Проведенные на кафедре водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БрГТУ исследования выявили высокую сорбционную способность сорбента на основе торфа для очистки сточных вод от нефтепродуктов.

В работе использовали гранулированный торф с размерами частиц 0,1-0,3 см, образцы торфа со связующим гранулировали в лабораторных условиях. Обменную емкость гранулированных образцов торфа по отношению к нефтепродуктам определяли методом насыщения в статических условиях при постоянном встряхивании. Контроль осуществляли флуориметрическим методом, который основан на экстракции нефтепродуктов, содержащихся в растворе, гексаном и измерении интенсивности флуоресценции экстракта на приборе “Флюорат-02”. Содержание НП в модельных системах составляло 7,6 мг/дм³. Навеска сорбента варьировала от 0,3 г до 1,0 г.

Таблица 1. Результаты очистки модельного раствора нефтепродуктов при различных дозах сорбента (время контакта 5 мин).

Навеска торфа, г	Объем модельного раствора НП, мл	Содержание НП до очистки, мг/дм ³	Содержание НП после очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
0,3	100	7,6	1,84	76
0,5	100	7,6	1,03	86
0,7	100	7,6	0,67	91
1,0	100	7,6	0,65	93

Оптимальное время пребывания навески сорбента в растворе определили экспериментально по аналогичной методике, изменяя время контакта от 1 мин. до 10 мин. В ходе эксперимента установили, что наиболее эффективное извлечение нефтепродуктов наблюдается при продолжительности контакта 3–5 мин. Таким образом, время пребывания исследуемого сорбента в растворе при определении сорбционной способности составило 5 мин. Результаты представлены в таблице 1.

Основные сведения о сорбционных свойствах торфа и характере сорбции на нем нефтепродуктов могут быть получены из изотерм сорбции, характеризующих зависимость сорбционной способности от концентрации сорбируемого компонента при постоянной температуре. Изотерма сорбции, полученная на основе экспериментальных данных, представлена на рис. 1.

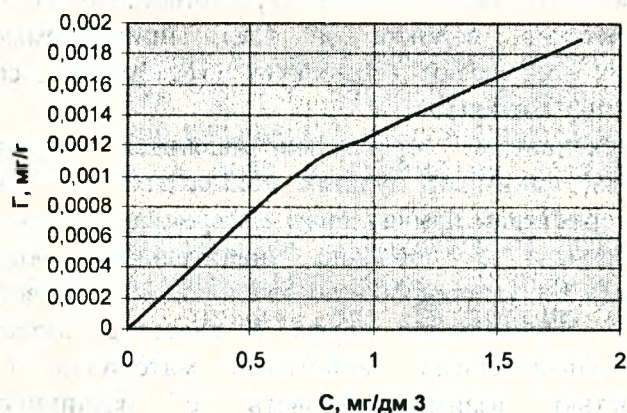


Рис.1. Изотерма сорбции нефтепродуктов из водного раствора на гранулированном торфе.

По результатам исследований выявили достаточно высокую сорбционную емкость гранулированного торфа. Как видно из приведенных данных, торфяной сорбент эффективно очищает модельные сточные воды от нефтепродуктов. Степень очистки составляет 76 – 93 %. После достижения сорбционного равновесия, торф можно регенерировать, например, путем промывки горячей водой, или использовать в качестве топлива, что целесообразнее, так как торф после извлечения содержит значительное количество нефтепродуктов.

Учитывая значительные запасы торфа на территории РБ, его низкую стоимость, а также возможность использования отработанных (замасленных) образцов в качестве топлива, можно полагать, что затраты на внедрение и эксплуатацию данной технологии очистки будут невелики, поэтому использование торфа в качестве сорбента является перспективным направлением в очистке поверхностного стока от нефтепродуктов.

Литература

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.

Naturas Sorbent Use for Sewage Purification

B. Zhiteniov, A. Belaya

Brest State Technical University, Brest, Belarus

The article considers perspectives and experimental data for adsorption purification of sewage from petroleum with adsorbent basics on peat.