

**Технология подготовки, использования и утилизации отходов лесопиления как сорбента в технических средствах обеспечения экологической безопасности**

Евстигнеев Владимир Дмитриевич,  
аспирант,  
Петрозаводский государственный университет  
Петрозаводск, Россия

**Аннотация.** Выполнен краткий обзор исследований по использованию опилок в качестве сорбента нефтепродуктов. Приведены результаты собственных исследований. Установлена адекватность полученных данных.

**Ключевые слова:** отходы лесопиления; рациональное использование; сорбент; нефтепродукты; локальные очистные сооружения; автомобильные дороги.

**Waste wood sawing and their use of as a sorbent in technical means to ensure the environmental safety**

Evstigneev Vladimir Dmitrievich,  
Graduate student  
Petrozavodsk State University  
Petrozavodsk, Russia  
Tel: +791142811939

**Abstract.** The short review of the research on the use of sawdust as a petroleum sorbent is presented, also the results of their own research. Adequacy of the results was verified.

**Keywords:** sawmill waste; rational use; sorbent; petroleum products; local treatment facilities; car roads.

Поиски технических и технологических решений проблемы рационального использования отходов лесопиления выполняются многими авторами, что подтверждает актуальность данной проблемы. Краткие обзоры направлений использования отходов лесопиления приведены в статьях [1, 2, 8, 9, 10, 12]. В данной статье, как продолжение работы [1], обсуждается и обосновывается возможность использования опилок в качестве сорбента в локальных очистных сооружениях.

Необходимость использования локальных очистных сооружений объясняется тем экологически обусловленным требованием, чтобы мероприятия по освоению природных ресурсов, в том числе лесозаготовки, не сопровождались существенной деградацией окружающей среды как за счет привнесения в нее нехарактерных химических или биологических агентов, так и за счет механического или иного физического воздействия [3].

При рациональном природопользовании среда загрязняется слабо, не создавая непреодолимых препятствий к восстановлению за счет процессов саморегулирования. Виды загрязнений и их характеристики перечислены в цитируемой работе [3]. При этом нефтепродукты отнесены к особой группе загрязнителей гидросферы. Их растворимость в воде незначительна, поэтому накопление нефтепродуктов происходит на поверхности с образованием пленки. Установлено [3, с. 360], что при толщине нефтяной пленки более

0,1 мм замедляются как процессы проникновения атмосферного кислорода в воду, так и удаления углекислоты из воды.

Нефтепродукты оказывают отрицательное воздействие на гидросферу и литосферу, прежде всего на верхний плодородный слой, нарушая естественный обмен веществ как флоры, так и фауны [11].

Как известно [3], в настоящее время для очистки воды от нефтепродуктов применяются различные методы: механические, физико-химические, биохимические. В качестве сорбентов используются опилки, торф и другие, в том числе синтетические материалы.

Однако высокая стоимость синтетических сорбентов в значительной мере сдерживает их использование для извлечения загрязняющих веществ из водных сред, поэтому актуальной становится задача поиска альтернативных сорбционных материалов.

Опилки, в значительных объемах образующиеся при лесопилении [2], являются перспективным сорбционным материалом для извлечения нефти и продуктов ее переработки из водной и твердой поверхности. Однако, как показывает анализ литературных источников, следует согласиться с мнением авторов статьи [10, с. 233] о том, что количество исследований и, соответственно, публикаций в этой области весьма ограничено. Авторами [10] выполнено исследование нефтеемкости смеси опилок ясеня, содержащих частицы крупностью от 1 до 2 мм, насыпной плотностью 0,19 г/см<sup>3</sup>, влажностью 10,09 %, зольностью 0,76 %. Авторы правомерно отмечают, что низкая зольность является важным условием утилизации отработанного сорбента путем его использования в качестве топлива. Максимальная нефтеемкость в опытах авторов составила от 4,14 до 4,9 г/г, в зависимости от вида загрязнителя.

Применение в качестве сорбента необработанных или подготовленных по специальной технологии опилок способствует решению двух задач: уменьшение количества опилок, вывозимых на свалки вблизи лесопильных предприятий; получение недорогого (пусть и не максимально эффективного) сорбента для локальных очистных сооружений. При этом исчезает проблема регенерации использованного сорбента, поскольку выполнивший свою функцию сорбент в виде опилок с примесями нефтепродуктов может быть использован в качестве топлива.

Анализ работ по рассматриваемой проблеме [4, 5, 6, 7] показал, что наиболее целесообразной может быть конструкция двух- или многослойного фильтра, поскольку нефтепродукты, как отмечено выше, накапливаются в виде пленки на поверхности сорбента. Увеличение числа слоев фильтрующего материала приводит к увеличению площади поверхности, контактирующей с фильтруемыми стоками, и за счет этого может быть повышена степень очистки. С той же целью может быть использована предварительная подготовка опилок (фракционирование, гранулирование, термообработка и т.д.). Кроме того, в различных слоях многослойного фильтра могут быть использованы различные материалы, например, торф и опилки, что не препятствует окончательной утилизации этих материалов как топлива.

Для поглощения нефтепродуктов опилками необходимо определенное время. По экспериментальным данным работы [8] нефтеемкость опилок при 20°C через 5 и 60 минут после начала эксперимента составила, соответственно, 2,52 и 2,58 г/г.

В работе [9] изучена кинетика процесса сорбции двух видов катионных красителей древесными опилками из водных растворов. Были использованы древесные воздушно сухие опилки (влажностью примерно 14 %), с крупностью частиц не более 3,5 мм. В зависимости от технологии предварительной подготовки опилок и концентрации красителя степень сорбции составила от 90 до 98 %.

Автором по методике, изложенной в статье [1], были выполнены эксперименты по определению поглощения нефтепродуктов, с использованием в качестве сорбента воздушно сухих опилок хвойных пород без их предварительной подготовки. При этом были получены значения нефтеемкости (2,5 г/г), почти совпадающие с приведенными выше и указанными в статье [8]: 2,52 г/г. Тем самым подтверждается адекватность результатов данных опытов. В то же время, сравнение этих данных с нефтеемкостью опилок ясеня (от 4,14 до 4,9 г/г) [10] указывает на существенную зависимость сорбции от породы древесины.

Изложенные выше аспекты не исчерпывают всех задач, необходимых для решения указанной выше проблемы рационального использования отходов лесопиления не только в качестве сорбента локальных очистных сооружений, но и в других направлениях. Касаясь перспектив применения отходов лесопиления, отметим, например, исследование целесообразности использования древесные опилок, обработанных парафинами, полученными из нефтешламов, для тонкой очистки водных и ледовых полей северных морей от нефти и нефтепродуктов [12].

*Работа выполнена в рамках реализации научных мероприятий  
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2016 гг.*

#### **Список литературы:**

1. Евстигнеев В.Д. О перспективах применения отходов лесопиления в качестве фильтрующего материала локальных очистных сооружений // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 9-3 (20-3). С. 52-56.
2. Андреев А.А., Зайцева М.И., Колесников Г.Н., Чалкин А.А. Технологии использования отходов лесопиления для устойчивого развития приграничных регионов на Севере России // В сборнике: Классический университет в пространстве трансграничности на Севере Европы: стратегия инновационного развития материалы Международного форума. Петрозаводский государственный университет. Петрозаводск, 2014. С. 3-6.
3. Сироткина Е. Е., Новоселова Л. Ю. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов //Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – Т. 13. – №. 3. – С. 359-377.
4. СНИП 2.05.02-85 Автомобильные дороги.
5. Михайлов А.В., Ким А.Н., Продоус О.А., Графова Е.О., Рублевская О.Н. Водоотведение и очистка поверхностного стока на торфяных фильтрах / Под общей редакцией А.В. Михайлова. // Санкт-Петербург. 2014. 134 с.
6. Графова Е.О. Воздействие загрязненных стоков автотрасс на придорожные территории // В сборнике: Инновационные системы отведения и очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 68-73.
7. Графова Е.О., Гольденберг П.Г., Зайцева М.И. Совершенствование балансной схемы водопотребления деревообрабатывающего предприятия // Resources and Technology. 2014. Т. 11. № 2. С. 162-171.
8. Цомбуева Б.В. Применение природных материалов в качестве сорбентов для очистки почв от нефтяного загрязнения // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1800.
9. Сазонова А.В., Лямцев С.Е. Перспективы использования природных сорбентов для очистки сточных вод от техногенных загрязнений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2015. № 3 (16). С. 80-85.

10. Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Сиппель И.Я. Увеличение нефтеемкости опилок ясеня обработкой растворами кислот // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 17. С. 233-236.
11. Ивантер Э. В. Медведев Н. В. Экологическая токсикология природных популяций птиц и млекопитающих Севера М. Наука. 2007. 229 с.
12. Зайцев В.И., Карпиков А.В. Средства борьбы с нефтяными загрязнениями на шельфе северных морей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 6 (101). С. 48-52.

### References:

1. Evstigneev V.D. O perspektivah primeneniya othodov lesopilenija v kachestve fil'trujushhego materiala lokal'nyh oчитisnyh sooruzhenij // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. 2015. Т. 3. № 9-3 (20-3). S. 52-56.
2. Andreev A.A., Zajceva M.I., Kolesnikov G.N., Chalkin A.A. Tehnologii ispol'zovanija othodov lesopilenija dlja ustojchivogo razvitija prigranichnyh regionov na Severe Rossii // V sbornike: Klassicheskij universitet v prostranstve transgranichnosti na Severe Evropu: strategija innovacionnogo razvitija materialy Mezhdunarodnogo foruma. Petrozavodskij gosudarstvennyj universitet. Petrozavodsk, 2014. S. 3-6.
3. Sirotkina E. E., Novoselova L. Ju. Materialy dlja adsorbcionnoj oчитishti vody ot nefti i nefteproduktov // Himija v interesah ustojchivogo razvitija. – 2005. – Т. 13. – №. 3. – S. 359-377.
4. SNiP 2.05.02-85 Avtomobil'nye dorogi.
5. Mihajlov A.V., Kim A.N., Prodous O.A., Grafova E.O., Rublevskaja O.N. Vodootvedenie i oчитisotka poverhnostnogo stoka na torfjanyh fil'trah / Pod obshej redakciej A.V. Mihajlova. // Sankt-Peterburg. 2014. 134 s.
6. Grafova E.O. Vozdejstvie zagryzennyh stokov avtotrass na pridorozhnye territorii // V sbornike: Innovacionnye sistemy otvedeniya i oчитishti poverhnostnogo stoka s urbanizirovannyh territorij materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2014. S. 68-73.
7. Grafova E.O., Gol'denberg P.G., Zajceva M.I. Sovershenstvovanie balansnoj shemy vodopotrebleniya derevoobrabatyvajushhego predpriyatija // Resources and Technology. 2014. Т. 11. № 2. S. 162-171.
8. Combueva B.V. Primenenie prirodnyh materialov v kachestve sorbentov dlja oчитishti pochv ot neftjanogo zagryznenija // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. № 6. S. 1800.
9. Sazonova A.V., Ljamcev S.E. Perspektivy ispol'zovanija prirodnyh sorbentov dlja oчитishti stochnyh vod ot tehnogennyh zagryznenij // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. 2015. № 3 (16). S. 80-85.
10. Denisova T.R., Shajhiev I.G., Sippel' I.Ja. Uvelichenie nefteemkosti opилоk jasenja obrabotkoj rastvorami kislot // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2015. Т. 18. № 17. S. 233-236.
11. Ivanter Je. V. Medvedev N. V. «Jekologicheskaja toksikologija prirodnyh populjacij ptic i mlekopitajushhih Severa» M. Nauka. 2007. 229 s.
12. Zajcev V.I., Karpikov A.V. Sredstva bor'by s neftjanymi zagryznenijami na shel'fe severnyh morej // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2015. № 6 (101). S. 48-52.