



9. Свалова М. В. Анализ типов тепловых насосов / М. В. Свалова, Е. Н. Кольцов // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник научных трудов. – 2019. – С. 70–77.
10. Лунева С. К. К вопросу применения тепловых насосов / С. К. Лунева, А. С. Чистович, И. Х. Эмиров // Технические технологические проблемы сервиса. – 2013. – С. 45–52.
11. Мазур В. А. Тепловые насосы – шаг в будущее строительства // Холодильная техника и технология. – 2012. – № 57. – С. 19–22.
12. Хакимуллин Б. Р. Опыт создания и внедрения тепловых насосов в России / Б. Р. Хакимуллин, И. З. Багаудинов // Инновационная наука. – 2016. – С. 192–194.
13. Федосов С. В. Проектирование и эксплуатация зданий при решении совместного энергоэффективного теплоснабжения и микроклимата / С. В. Федосов, В. Н. Федосеев, Л. А. Опарина // Актуальные проблемы строительства, стройиндустрии и архитектуры : сборник материалов XX Международной научно-технической конференции. – Тула, 2019. – С.324–328.
14. Семенова Э. Е. Использование тепловых насосов для повышения энергоэффективности гражданских зданий / Э. Е. Семенова, Т. В. Богатова, А. В. Исанова, М. В. Рубцова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1(39). – С. 29–32.

© С. А. Логинова, А. А. Тимошин

**Ссылка для цитирования:**

Логинова С. А., Тимошин А. А. Оценка перспектив применения теплонасосных систем теплоснабжения жилых зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 22–26.

УДК 628.16.081.3  
DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-26-29

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСТОЧЕК ФИНИКОВ В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АДСОРБЕНТА  
ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**Рахал Закариа, Чекима Хамза, А. С. Смоляниченко, Н. С. Серпокрялов**

**Рахал Закариа**, аспирант, Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7-908-500-71-36; e-mail: zakariarhl@yahoo.com;

**Чекима Хамза**, аспирант, Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7-952-570-63-77; e-mail: hamzachekima@mail.ru;

**Смоляниченко Алла Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент, Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация;

**Серпокрялов Николай Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7-918-555-18-46; e-mail: nik.serpokrilov@yandex.ru

Вода быстро впитывает загрязнения и может растворять многие органические, неорганические вещества, поскольку является универсальным растворителем. Эти загрязнители невидимы невооруженным человеческим глазом. Общее количество растворенных твердых веществ выражается как TDS, что является мерой количества органических и неорганических веществ, присутствующих в воде. Адсорбирующий материал был получен из отходов косточек финиковой пальмы (которые ежегодно в больших количествах выбрасываются заводами) для очистки поверхностных, грунтовых вод и/или сточных вод от TDS. Косточки финиковой пальмы получают без активации и каких-либо добавок, поэтому они очень экономичны и экологически безопасны. Результаты исследований по определению сорбционной емкости общего количества растворенных твердых веществ (ТДС) показали высокую эффективность, так как адсорбции ТДС достигла 52 мг/дм<sup>3</sup> и ТДС нагрузка 4,5 мг/мин.

**Ключевые слова:** косточки финиковой пальмы, TDS, грунтовые воды, очистка воды, адсорбция.

**APPLICATION OF DATE-PALM KERNELS AS A POTENTIAL ADSORBENT  
FOR GROUNDWATER TREATMENT**

**Rahal Zakaria, Chekima Hamza, A. S. Smolyanichenko, N. S. Serpokrylov**

**Rahal Zakaria**, post-graduate student, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7-908-500-71-36; e-mail: zakariarhl@yahoo.com;

**Chekima Hamza**, post-graduate student, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7-952-570-63-77; e-mail: hamzachekima@mail.ru;

**Smolyanichenko Alla Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation;

**Serpokrylov Nikolay Sergeevich**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7-918-555-18-46; e-mail: nik.serpokrilov@yandex.ru

Water absorbs dirt quickly and can dissolve many organic and inorganic substances because it is a universal solvent. These pollutants are invisible to the human eye. Total dissolved solids is expressed as TDS, which is a measure of the amount of organic and inorganic substances present in the water. The sorbent was obtained from date palm waste (which is disposed of annually in significant quantities by factories) to treat surface groundwater and/or wastewater from TDS. The date palm kernel sorbent is obtained without activation and without any additives, so it's very economical and environmentally friendly. The results of the studies conducted to determine the absorption capacity of the total amount of dissolved solids (TDS) showed a high efficiency, where the absorption of TDS was 52 mg/dm<sup>3</sup> and the TDS load was 4.5 mg/min.

**Keywords:** palm kernel, TDS, groundwater, water treatment, adsorption.

### Актуальность работы

Идеальное состояние воды – бесцветная, без запаха и вкуса. Вода с высоким содержанием растворенных твердых веществ обычно имеет соленый вкус и может содержать микроорганизмы [1, 6], способные распространять многие заболевания, такие как тиф, холера, гепатит и диарея. Чем выше процент TDS, тем сложнее и небезопаснее становится употребление такой воды без очистки [3]. Хотя более высокий уровень TDS напрямую не означает, что пить небезопасно, присутствие некоторых веществ: меди и свинца – считается опасным для здоровья человека [2, 4].

Токсичные загрязнители – тяжелые металлы должны быть удалены из воды, о чем свидетельствует развитие исследований и методов очистки, таких как восстановление, ионный обмен, фильтрация и др. Однако большинство этих процессов считаются очень дорогими для некоторых стран, а также имеют ряд недостатков с точки зрения потребления энергии или производства токсичных отходов, требований к реагентам, дорогостоящему оборудованию др. [7, 5, 13].

Адсорбция является важной основой для удаления токсичных загрязняющих веществ из воды [11]. Имеется много сообщений о производстве недорогих сорбентов с использованием более дешевых и легкодоступных материалов. Активированный уголь является одним из наиболее важных и широко используемых в настоящее время. Он имеет много преимуществ и недостаток при очистке воды. Однако его производство дорого, поэтому мы перешли к разработке природных сорбентов, которые считаются нецелесообразными [4, 8].

В нашей лаборатории мы занимаемся производством различных типов сорбентов из недорогих материалов, таких как

сельскохозяйственные отходы [9, 10]. Целью данного исследования является разработка сорбента из семян финиковой пальмы и оценка его способности удалять растворенные твердые вещества из различных водных растворов [12]. Для оценки максимальной поглощающей способности сорбента из семян финиковой пальмы использовался процесс адсорбции [14, 15].

**Научная новизна работы:** обоснованы способ преобразования и применение косточек фиников без активации для снижения общего количества растворенных твердых веществ (ТДС) из подземных вод.

**Практическая значимость работы:** предложены технологические и конструктивные решения для получения сорбента из косточек фиников.

### Методы и принципы исследования

**Методика получения адсорбента.** Из фиников отделяются косточки, которые обрабатываются без активации в цилиндрической емкости проточной водопроводной водой при перемешивании в течение 15–20 мин. при температуре 16–18 °С. Далее косточки помещают на наклонную влагостойкую поверхность с уклоном 10–15° для удаления стекающей с фиников жидкости в течение 20–30 мин. После этого раскладывают на плоскую впитывающую поверхность ровным слоем 2–3 см и высушивают при комнатной температуре 30–36 °С в течение 24 ч. Затем косточки дробят, разделяют дробленую смесь по фракциям  $\varnothing$  (0,112/0,45 мм),  $\varnothing$  (0,45/0,63 мм),  $\varnothing$  (0,63/1,25 мм),  $\varnothing$  (1,5/6 мм) и вносят в обрабатываемую воду дозой 0,05; 0,1; 0,2; 0,25 г / 0,05 дм<sup>3</sup> (рис. 1). Фракции используются для очистки вод в виде фильтрующего материала или сорбента во взвешенном состоянии при перемешивании.

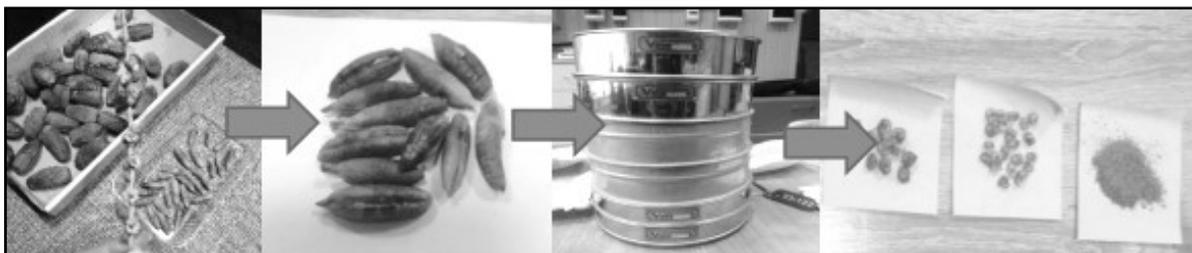


Рис. 1. Этапы приготовления косточек фиников

Подготовлен водный раствор глюкозы концентрацией 0,25 г/дм<sup>3</sup> начальной концентрацией по ХПК 235 мг/дм<sup>3</sup> и по ТДС 7 мг/дм<sup>3</sup>.

**Экспериментальные результаты и обсуждение**

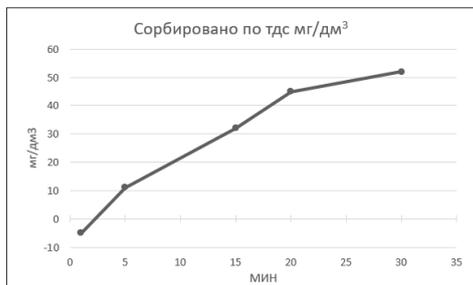


Рис. 2. Показатели адсорбции общего количества растворенных твердых веществ по времени  $\Phi$  (0,45/0,63мм), количество адсорбента– 0,05 г косточек фиников

Средняя нагрузка на дозу 0,05 г: 135 мг/дм<sup>3</sup> / 30 = 4,5 мг/мин.

По данным кривых (рис. 3) можно видеть, что процесс адсорбции ТДС начинается с пятой минуты и продолжает увеличиваться до 30 мин.

Средняя нагрузка, на дозу 0,1 г: 122 мг/дм<sup>3</sup> / 30 = 4,06 мг/мин.

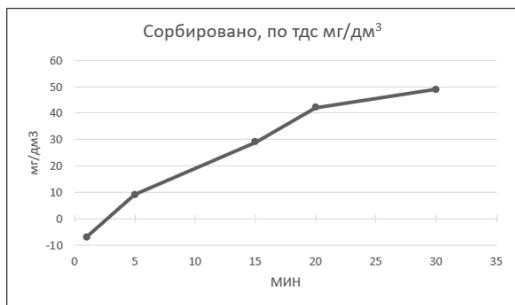


Рис. 3. Показатели адсорбции общего количества растворенных твердых веществ по времени  $\Phi$  (0,45/0,63мм), количество адсорбента– 0,1 г косточек фиников

По данным рисунка 4 следует, что процесс адсорбции ТДС начинается с пятой минуты и продолжает увеличиваться до 30 мин.

Средняя нагрузка, на дозу 0,2 г: 90 мг/дм<sup>3</sup> / 30 = 3 мг/мин.

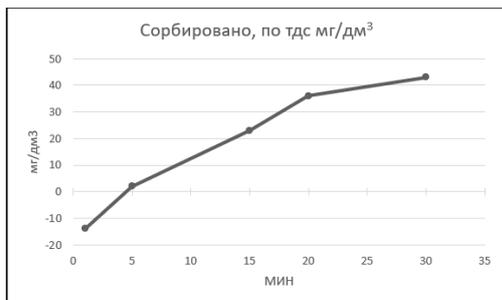


Рис. 4. Показатели адсорбции общего количества растворенных твердых веществ по времени  $\Phi$  (0,45/0,63мм), количество адсорбента– 0,2 г косточек фиников

На рисунке 5 можно видеть, что процесс адсорбции ТДС начинается с пятой минуты и продолжает увеличиваться до 30 мин.

Средняя нагрузка, на дозу 0,25 г: 65 мг/дм<sup>3</sup> / 30 = 2,16 мг/мин.

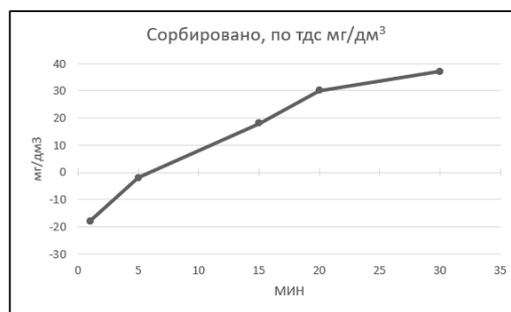


Рис. 5. Показатели адсорбции общего количества растворенных твердых веществ по времени  $\Phi$  (0,45/0,63мм), количество адсорбента– 0,25 г косточек фиников

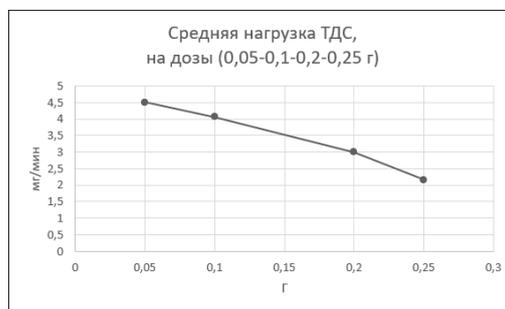


Рис. 6. Средняя нагрузка, на дозы (0,05–0,1–0,2–0,25 г)  $\Phi$  (0,45 / 0,63 мм), косточки фиников

При этом из анализа кривых (рис. 6) следует, что средняя нагрузка ТДС на 0,05 г 4,5 мг/мин.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что доза 0,05 г имеет более высокую эффективность, чем 0,1, 0,2 и 0,25 г, процесс адсорбции более эффективен при высоких концентрациях. Адсорбция глюкозы по ТДС достигла 52 мг/дм<sup>3</sup> и ТДС нагрузка 4,5 мг/мин.

**Заключение**

Алжир – страна-производитель фиников, занимающая шестое место в мире и первое в Магрибе благодаря большим посевным площадям (160 000 га) и более чем 2 млн садов, а также среднегодовому производству фиников в 500 000 т. Однако отходы фиников (косточки) выбрасываются тоннами ежегодно, поэтому их утилизация является важным вопросом.

Получение адсорбента возможно из косточек фиников без активации поверхности. Дробление вводят на фракции  $\Phi$  (0,45–0,63 мм) и вводят в обрабатываемую жидкость дозой 0,05–0,1–0,2–0,25 г косточки фиников, очистка вод происходит с перемешиванием в течение 30 мин.

*Благодарим компанию ООО «ЭКОС», г. Ростов-на-Дону, Россия, за поддержку исследования при обеспечении химических реактивов бесплатно без какой-либо финансовой платы.*

**Список литературы**

1. Громыко Н.В. Применение подсолнечной лузги в качестве сорбента для очистки природных вод от ионов тяжелых металлов / Н.В. Громыко // Инновационная наука. – 2016. – №1. – С. 41–42.
2. Salmanaj.M. Bentazon and carbofuran adsorption onto date seed activated carbon: kinetics and equilibrium / J. M. Salmana, V. O. Njoku, B. H. Hameed // Chemical Engineering Journal. – 2011. – № 173. – Pp. 361–368.
3. Рахал З. Регулирование качества воды водоносных горизонтов городских районов Юго-Восточного Алжира / З.Рахал, Х. Чекима // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии : сборник статей 78-ой Всероссийской научно-технической конференции / под ред. М. В. Шувалова, А. А. Пищулева, А. К. Стрелкова. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2021. – С. 626–630.
4. Danish M. Sorption of copper (II) and nickel (II) ions from aqueous solutions using calcium oxide activated date (Phoenix dactylifera) stone carbon: equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies / M. Danish, R. Hashim, M. N. Mohamad Ibrahim, M. Rafatullah, O. Sulaiman, T. Ahmad, et al. // Journal of Chemical & Engineering Data. – 2011. – № 56. – Pp. 3607–3619.
5. Issabayeva G. Removal of copper and zinc ions onto biomodified palm shell activated carbon / G. Issabayeva, M. Kheireddine Aroua // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2011. – № 76. – Pp. 259–262.
6. Volesky B. Biosorption of Heavy Metals / B. Volesky, Z. Holan. – Boston, USA : CRC Press, 1990. – 408 p.
7. Senoussi A. Le palmier dattier dans le pays de Ouargla: éternelle culture et des perspectives de développement inouïes. In Journée d'étude sur la culture de palmier dattier / A. Senoussi. – Laghouat (Algeria): Université de Laghouat, 2000.
8. Rich G. Hazardous Waste Treatment Technology / G. Rich, K. Cherry. – Northbrook, IL : Pudvan Publishing Co., 1987. 182 p.
9. Baran A. Comparative studies on the adsorption of Cr(VI) ions on to various sorbents / A. Baran, E. Biçak, S.H. Baysal, S. Önal // Bioresource Technology. – 2006. – № 98. – Pp. 661–665.
10. Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la wilaya de Ouargla. – Ouargla: A.N.R.H, 2005.
11. Серпокрылов Н. С. Модификация рисовой соломы с целью получения сорбционного материала для очистки водных сред от ионов аммония / Н. С. Серпокрылов, В. Ю. Борисова, А. Халил, Н. В. Кондакова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2016. – № 4 (18). – С. 53–56.
12. Игнаткина Д. О. Экспериментальная оценка эффективности адсорбции многокомпонентных загрязнений с использованием органобентонитового сорбента / Д. О. Игнаткина, А. А. Войтюк, А. А. Геращенко, В. И. Салеева // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 4(34). – С. 28–33. – DOI 10.35108/isvp20204(34)28-33.
13. Toyoda M. Sorption and recovery of heavy oils by using exfoliated graphite Part I: Maximum sorption capacity / M. Toyoda, K. Moriya, J. I. Aizawa, et al. // Desalination. – 2000. – Vol. 128, no3. – Pp. 205–211. – DOI 10.1016/S0011-9164(00)00034-5.
14. Chalykh A. E. Water Sorption by Carbon Fibers / A. E. Chalykh, T. F. Petrova, Y. V. Antipov, et al. // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2020. – Vol. 56, no1. – Pp. 20–29. – DOI 10.1134/S2070205120010049.
15. Water sorption on biological materials at low water activity. – Cortet, 2002. – EDN FTFQBD.

© Рахал Закариа, Чекима Хамза, А. С. Смоляниченко, **Н. С. Серпокрылов**

**Ссылка для цитирования:**

Рахал Закариа, Чекима Хамза, Смоляниченко А. С., **Серпокрылов Н. С.** Использование косточек фиников в качестве потенциального адсорбента для очистки подземных вод // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 26–29.

УДК 628.21

DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-29-34

**ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД И ГАЗОВОЙ СРЕДЫ  
В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ САМОТЕЧНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

**О. В. Мельник, В. А. Орлов**

**Мельник Ольга Валериевна**, аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация, тел.: +7 (499) 183-54-56; e-mail: lissa6868@mail.ru;

**Орлов Владимир Александрович**, доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация, тел.: +7 (499) 183-54-56; e-mail: orlov950@yandex.ru

Представлены результаты экспериментов по исследованию водно-воздушного режима работы одного из участков московских водоотводящих сетей, в частности, микробиологического анализа смывов с внутренней поверхности трубопроводов и характера выделяемых из сточной воды дурнопахнущих запахов, агрессивных газов. На базе использования современных сенсорных газоанализаторов (Сенсон-М) и другого оборудования отмечено, что в подводящем