Sifatli ta'lim-yorqin kelajak
ISSN: 3060-4761

TerDPI ILMIY XABARNOMASI
SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

www.xabarnoma.terdpi.uz

TABIIY VA ANIQ FANLAR

УДК 541.183: 66.066:664.33

СТРУКТУРА И АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОВ ИЗ ОТХОДОВ ВИШНИ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Д.С.Салиханова
Главний научный сотрудник,
Института общей и неорганической химии АН РУз
Д.Д. Савриева
Института общей и неорганической химии АН РУз
Н.Н.Маматалиев
Института общей и неорганической химии АН РУз
М.А. Исмаилова
Старший научный сотрудник,
Института общей и неорганической химии АН РУз
E-mail: muxtasarismoilova95@gmail.com
М.А. Мамажонова
Института общей и неорганической химии АН РУз
И.Д.Эшметов
Института общей и неорганической химии АН РУз
Д.Ж.Жумаева
Института общей и неорганической химии АН РУз
Д.С.Сагдуллаева
Институт биоорганической химии АН РУз

Аннотация. В данной работе приведены результаты процесса получения активированных углеродных материалов двумя способами: (1) пиролизом биомассы без химической обработки и (2) пиролизом после щелочной активации KOH на основе косточек вишни. Исследованы текстурные свойства, структура поверхности и морфология полученных углеродов, а также их адсорбционная способность в отношении паров бензола, выбранного в качестве модельного неполярного адсорбата. Полученные данные демонстрируют эффективность щелочной активации косточек вишни для получения микропористого адсорбента с повышенной удельной поверхностью и улучшенными адсорбционными свойствами.

Ключевые слова: косточки вишни, активированный углерод, щелочная активация, микропористость, изотерма сорбции.

Sifatli ta'lim-yorqin kelajak
ISSN: 3060-4761

TerDPI ILMIY XABARNOMASI
SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

www.xabarnoma.terdpi.uz

GILOS CHIKINTILARIDAGI FAOL UGLERODNING TUZILISHI VA ADSORPSIYON XUSUSIYATLARI ISHQORLI TOZALANISH BILAN O‘ZGARTIRILGAN

Annotasiya. Ushbu maqola ikkita usul yordamida faollashtirilgan uglerod materiallarini ishlab chiqarish natijalarini taqdim etadi: (1) kimyoviy tozalashsiz biomassa pirolizi va (2) gilos chuqurlari yordamida KOH bilan gidroksidi faollashtirilgandan keyin piroliz. Hosil bo‘lgan uglerodlarning teksturaviy xossalari, sirt tuzilishi va morfologiyasi, shuningdek, benzol bug‘lari uchun adsorbsion sig‘imi o‘rganiladi, ular nopolyar adsorbat namunasi sifatida tanlanadi. Olingan ma'lumotlar o'ziga xos sirt maydoni va yaxshilangan adsorbsiya xususiyatlariga ega bo'lgan mikrog'ovak adsorbent ishlab chiqarish uchun olcha chuqurlarining ishqoriy faollashuvi samaradorligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: olcha chuqurlari, faol uglerod, ishqoriy faollashuv, mikrog'ovaklik, sorbsiya izotermasi.

STRUCTURE AND ADSORPTION PROPERTIES OF ACTIVATED CARBON FROM CHERRY WASTE MODIFIED BY ALKALINE TREATMENT

Abstract. This paper presents the results of the production of activated carbon materials using two methods: (1) biomass pyrolysis without chemical treatment and (2) pyrolysis after alkaline activation with KOH using cherry pits. The textural properties, surface structure, and morphology of the resulting carbons are studied, as well as their adsorption capacity for benzene vapor, selected as a model nonpolar adsorbate. The obtained data demonstrate the effectiveness of alkaline activation of cherry pits for producing a microporous adsorbent with an increased specific surface area and improved adsorption properties.

Keywords: cherry pits, activated carbon, alkaline activation, microporosity, sorption isotherm.

Введение. В последние годы углеродные материалы, полученные из возобновляемого сырья, привлекают всё больше внимания благодаря своей высокой эффективности в очистке окружающей среды.

Переработка растительной биомассы в ценные углеродные материалы привлекает значительное внимание как способ утилизации отходов и получения недорогих сорбентов для очистки воды и газов. Разнообразные аграрные и пищевые отходы (шелуха, косточки, кожура и др.) успешно используются в качестве сырья для получения пористых активированных углей [1-3]. Такие возобновляемые источники углерода рассматриваются как устойчивая альтернатива традиционному углю и коксу, позволяя снизить стоимость и экологическую нагрузку производства адсорбентов [4].

Активированный углерод Материал обладает хорошо развитой пористой структурой, что обеспечивает его высокую эффективность в поглощении различных видов загрязнителей. Для формирования такой структуры углеродный материал получают из биомассы, которую предварительно подвергают пиролизу (карбонизации), а затем активируют одним из двух способов — физическим (газовым) или химическим. Среди методов химической активации особенно эффективным считается использование гидроксида калия (KOH), поскольку щелочная обработка способствует

Sifatli ta'lim-yorqin kelajak
ISSN: 3060-4761

TerDPI ILMIY XABARNOMASI
SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

www.xabarnoma.terdpi.uz

значительному увеличению удельной поверхности (до нескольких тысяч м²/г) и объёма микропор. Это достигается за счёт химической реакции между KOH и углеродной матрицей В научной работе [5] описано получение активированных углей методом KOH-активации из различных биоматериалов, включая древесные отходы, скорлупу орехов, косточки оливок и др. В частности, косточки вишни (как доступный отход пищевой промышленности) ранее успешно применялись для синтеза пористого углерода с высокими адсорбционными характеристиками.

Тем не менее, сравнительный анализ структуры и сорбционных свойств углеродных адсорбентов из косточек вишни, полученных прямым пиролизом и с применением KOH-активации, освещен недостаточно.

Методы исследование и материалы. Для лабораторных экспериментов были выбраны отходы вишни (косточки) как сырье для получения углеродных адсорбентов. Косточки предварительно промыли водой, высушили при 105°C до постоянной массы и измельчили до размера около 5 мм. Пиролиз проводили в трубчатом реакторе в атмосфере аргона: образец нагревали со скоростью ~10°C/мин до 500°C и выдерживали 1 час при этой температуре. Полученный углеродный остаток охлаждали до комнатной температуры (образец без активации). Для химической активации сырье пропитывали 10%-ным водным раствором KOH в массоотношении KOH:биомасса = 3:1. Пропитанный материал высушивали, затем подвергали пиролизу при 500°C (аналогично описанному выше режиму) в течение 1 часа в атмосфере аргона. После охлаждения активированный продукт многократно промывали дистиллированной водой до нейтрального pH фильтрата и высушивали при 110°C. Таким образом получен химически активированный углерод. Полученные углеродные адсорбенты направлены на изучение текстурных и сорбционных свойств.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 представлены изотермы адсорбции паров бензола при 25°C для сравниваемых углеродных образцов.

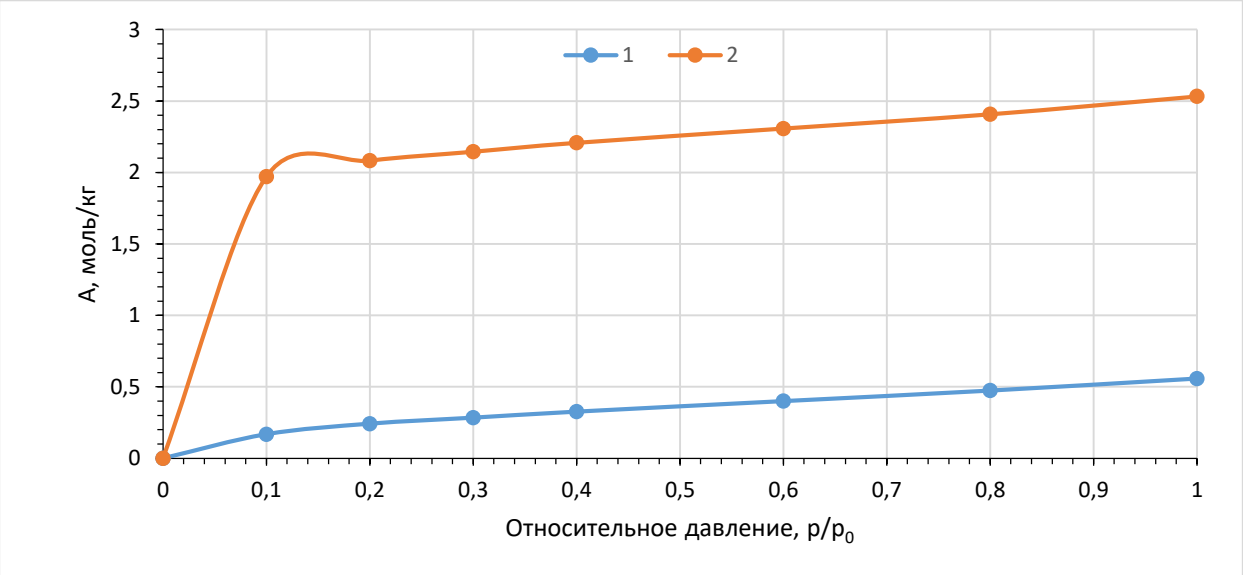


Рис. 1. Изотермы адсорбции паров бензола на исходном (1) и активированном (2) образцах

Видно, что активированный углерод поглощает значительно большее количество бензола на всех диапазонах давлений по сравнению с необработанным пиролизным углем. Например, при относительно низком давлении (P/P0 ≈ 0.1) адсорбция бензола на KOH-образце достигает 1.97 моль/кг, тогда как на образце без активации – лишь 0,168 моль/кг. С увеличением давления разница в поглощенной массе возрастает: при P/P0 ≈ 1 (близко к насыщению) KOH-активированный уголь адсорбирует около 2,53 моль бензола на килограмм, тогда как необработанный – около 0,55 моль/кг.

Таким образом, емкость по бензолу повышается более чем в 11,7 раза благодаря щелочной активации. Высокая сорбционная емкость активированного образца обусловлена его значительно большей удельной поверхностью и объемом микропор, в которых конденсируются молекулы бензола. Наблюдаемое существенное поглощение бензола даже при низких относительных давлениях указывает на наличие узких высокоэнергетических пор в KOH-адсорбенте, способных эффективно удерживать неполярные молекулы бензола посредством физических (вандерваальсовых) взаимодействий. В целом, результаты по адсорбции паров органического растворителя согласуются с данными по структуре пор: образец с более развитой микропористостью демонстрирует лучшую способность к поглощению паров бензола. Это показывает перспективность щелочно-модифицированных углеродных материалов из биомассы для удаления неполярных органических загрязнителей.

Выводы. Данные исследования показали, что щелочная активация косточек вишни позволяет получить активированный углерод с существенно более развитой пористой структурой и улучшенными сорбционными характеристиками по сравнению с углеродным материалом, полученным прямым пиролизом. Активация KOH увеличивает удельную поверхность углерода в несколько раз за счет образования обширной системы микропор, что сопровождается ростом общего объема пор и доли микропористой структуры. Полученный KOH-активированный уголь обладает преимущественно аморфной структурой и меньшим содержанием поверхностных функциональных групп, чем пиролизный углерод без обработки. За счет развитой поверхности и микропористости KOH-модифицированный образец проявляет высокую адсорбционную емкость по бензолу, более чем вдвое превышающую емкость углерода без активации.

Следовательно, щелочная KOH-активация отходов косточек вишни является эффективным методом получения микропористых углеродных адсорбентов с высокой удельной поверхностью и повышенной способностью к поглощению неполярных органических загрязнителей.

Список литературы

1. Ioannidou, O., & Zabaniotou, A. (2007). *Agricultural residues as precursors for activated carbon production—A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(9), 1966–2005. https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.03.013.

2. Yahya, M. A., Al-Qodah, Z., & Ngah, C. W. Z. (2015). *Agricultural bio-waste materials as potential sustainable precursors used for activated carbon production: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 46, 218–235. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.051.

3. Danish, M., & Ahmad, T. (2018). *A review on utilization of wood biomass as a sustainable precursor for activated carbon production and application*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 87, 1–21. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.003.

4. Önal, Y., Akmil-Başar, C., & Sarıcı-Özdemir, Ç. (2006). *Preparation of activated carbons from cherry stones by activation with potassium hydroxide*. Applied Surface Science, 252(17), 5980–5983.

5. Nowicki, P., Kaźmierczak-Raźna, J., & Pietrzak, R. (2015). *Comparison of physicochemical and sorption properties of activated carbons prepared by physical and chemical activation of cherry stones*. Powder Technology, 269, 312–319. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.09.023.