

## ТЕРМОЛИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В СРЕДЕ СУБКРИТИЧЕСКОЙ ВОДЫ

*Плехова Е.Л., Кузьмин О.В., Лесишина Ю.О., Дмитрук А.Ф.*  
Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского, Донецк, Украина  
[yules@yandex.ru](mailto:yules@yandex.ru)

В последнее время в литературе все чаще рассматриваются перспективы использования воды в суб- и сверхкритических условиях для переработки различных отходов пищевой промышленности в ценные продукты: индивидуальные химические соединения, корма, биотопливо и т. д.

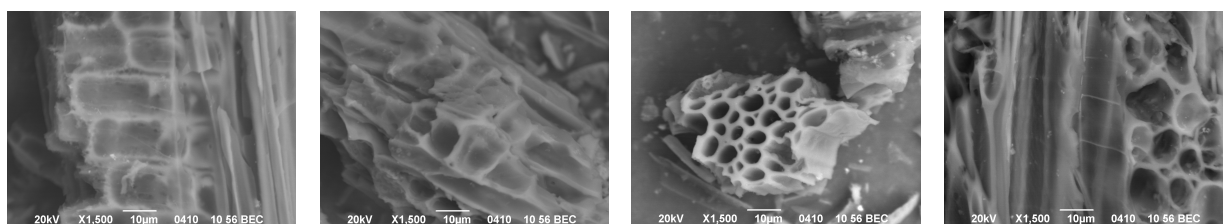
Цель данной работы - исследование принципиальной возможности использования субкритической воды для переработки пиролизованых древесных отходов (ПДО) коптильных производств, а именно: термолиз ПДО в среде субкритической воды с получением на их основе пористых углеродных материалов с развитой удельной поверхностью.

В качестве объекта исследования использовали твердый остаток пиролиза опилок древесины яблоневых пород (без учета сортовых характеристик). Пиролиз древесных опилок осуществлялся в паровом дымогенераторе коптильно-варочной термокамеры Jugema KWE-3, предназначенной для копчения мясных и колбасных изделий. Температура пиролиза - 380-400°C, продолжительность - 6 часов. Полученный твердый продукт разделяли на фракции с диаметром частиц ( $d$ ) 1,1; 3,49 и 4,83 см, выход которых после пиролиза составил 13,9%; 18,8% и 63,8%, соответственно.

Термолиз ПДО в среде субкритической воды проводили методом «запаянных ампул» [1]: навеску ПДО и дистиллированную воду (в соотношении 1 к 10) запаивали внутри обычной стеклянной ампулы (объем ампул - 10- 12 мл, диаметр 10 мм, толщина стенки 0,7-1 мм). Ампулы помещали в обогреваемый металлический реактор, куда также заливали дистиллированную воду с расчетом, чтобы при заданной температуре давление в системе было близко давлению внутри ампул. Скорость нагрева реактора - 1°C/мин. После достижения в реакторе заданной температуры ( $T$ ) (200, 250, 300 и 330°C) ампулы выдерживали в течение 30 минут.

Удельную поверхность ( $S_{БЭТ}$ ) полученных пористых углеродных материалов определяли многоточечным методом БЭТ по данным низкотемпературной адсорбции азота на приборе Autosorb 6В. Изменения, происходящие в структуре ПДО в процессе пиролиза в среде субкритической воды, определяли методом сканирующей электронной микроскопии.

Результаты определения удельной поверхности показали, что наиболее развитой пористой структурой обладают углеродные материалы, полученные в результате термолиза ПДО с диаметром частиц – 1,1 мм. Удельная поверхность данных углеродных материалов увеличивается с ростом температуры термолиза и изменяется в пределах от 110 до 200 м<sup>2</sup>/г. Сравнение микрофотографий этих образцов, представленных на рисунке, также указывает на заметные отличия в структуре их поверхности в зависимости от температуры термолиза. С ростом температуры термолиза наблюдается постепенное разрыхление древесного материала, обусловленное деструкцией лигноуглеводного комплекса ПДО под воздействием субкритической воды.



А

Б

В

Г

Рисунок. – Микрофотографии углеродных материалов, полученных в результате термолиза ПДО (d – 1,1 мм) при температуре - 200°C (А); 250°C (Б); 300°C (В) и 330°C (Г).

Зависимость удельной поверхности всех полученных углеродных материалов от диаметра частиц и температуры термолиза ПДО в среде субкритической воды аппроксимируется следующей сплайн-регрессией:

$$S_{\text{БЭТ}} = \begin{cases} (77,24 - 16,28 \cdot d + 0,028 \cdot T) & S_{\text{БЭТ}} \leq 70,61 \\ (114,02 - 147,209 \cdot d + 0,693 \cdot T) & S_{\text{БЭТ}} \geq 70,61 \end{cases}$$

Коэффициент корреляции (R) = 0,995, узловая точка = 70,61 м<sup>2</sup>/г).

Анализ представленного уравнения показывает, что основное влияние на развитие пористой структуры полученных углеродных материалов после узловой точки оказывает температурный фактор.

1. Губин С.П., Буслаева Е.Ю. Сверхкритический изопропанол как восстановитель неорганических оксидов. // «Сверхкритические флюиды: Теория и Практика», 2009. – Том 4., №4. – С. 73 – 96.