

ПОРУВАТА СТРУКТУРА ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, ОТРИМАНИХ ЛУЖНОЮ АКТИВАЦІЄЮ ВИКОПНОГО ВУГІЛЛЯ

Сабєрова В. О., Тамаркіна Ю. В.

Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України,
Київ, Україна
tamarkina@nas.gov.ua

Мета роботи – дослідження поруватої структури вуглецевих матеріалів (ВМ), що утворюються з викопного вугілля в умовах лужної активації.

Вихідні зразки – буре вугілля (БВ), кам'яне вугілля марок Д, Г, К, ОС, Т та антрацит (А) охоплюють весь ряд метаморфізму; вміст карбону $C^{daf}=70.4-95.2\%$ (таблиця). Умови активації: співвідношення КОН/вугілля – 1.0 г/г, термопрограмоване (4 град/хв) нагрівання до 800 °С в аргоні, ізотермічна витримка 1 год, охолодження, відмивання ВМ від луку, сушка (120 °С, 2-4 год). На підставі низькотемпературних (77К) ізотерм адсорбції-десорбції азоту (Micromeritics ASAP 2020, метод розрахунку – 2D NLDFT) визначено загальний об'єм (V_t) і питому поверхню (S) пор, об'єми і поверхні макро- (V_{ma} , S_{ma}), мезо- (V_{me} , S_{me}), мікро- (V_{mi} , S_{mi}) і субнанопор – пор з діаметром ≤ 1 нм (V_{1nm} , S_{1nm}), а також розподіли V_t і S за розмірами пор.

Таблиця. Характеристики поруватої структури УМ з викопного вугілля

Параметр	Викопне вугілля						
	БВ	Д	Г ₂	К ₁	ОС ₁	Т	А ₅
$C^{daf}, \%$	70.4	80.0	83.5	86.4	89.4	91.2	95.2
$S, m^2/g$	1142	1547	1345	1354	1196	1083	322
$S_{1nm}, m^2/g$	1050	1401	1255	1238	1095	1013	77
$S_{mi}, m^2/g$	1120	1535	1323	1343	1188	1076	305
$S_{me} + S_{ma}, m^2/g$	22	22	22	11	8	7	17
$V_t, cm^3/g$	0.487	0.593	0.520	0.519	0.484	0.393	0.229
$V_{1nm}, cm^3/g$	0.321	0.421	0.381	0.389	0.357	0.312	0.036
$V_{mi}, cm^3/g$	0.367	0.510	0.430	0.457	0.416	0.355	0.170
$V_{me} + V_{ma}, cm^3/g$	0.120	0.083	0.090	0.062	0.068	0.038	0.059

З ростом ступеня метаморфізму вихід ВМ зростає з 29.5 % до 82.8 % і описується лінійною залежністю $Y_{UM} = 2.116 \cdot C^{daf} - 120.54$ ($r^2 = 0.984$). При термолізі вугілля без КОН виходи карбонізаторів є вищими, лінійно збільшуються від 44.2 % (БВ) до 93.2 % (А₅) і описуються залежністю $Y = 1.978 \cdot C^{daf} - 95.76$ ($r^2 = 0.997$). Зниження виходу, викликане КОН, мало залежить від СМ: різниця виходів $\Delta Y = Y - Y_{UM}$ варіюється у вузькому інтервалі і становить $\Delta Y = 13.1 \pm 2.7\%$.

Матеріали з найбільш розвинутою поруватою структурою утворює вугілля з $C^{daf} = 80.0-86.4\%$. Ступінь метаморфізму впливає на параметри поруватості УМ: зі зростанням C^{daf} вихідного вугілля частка мікропор V_{mi}/V_t збільшується з 0.754 (БВ) до 0.903 (Т), частка субнанопор V_{1nm}/V_t – з 0.659 до 0.794. У тому ж ряду ВМ частка питомої поверхні мікропор S_{mi}/S варіюється в інтервалі 0.984-0.994, частка субнанопор S_{1nm}/S змінюється в інтервалі 0.906-0.935. Таким чином, ВМ з бурого і кам'яного вугілля є мікропоруватими матеріалами з домінуванням субнанопоруватості. Антрацитовий УМ істотно відрізняється від інших зразків і характеризується відносно невисокою питомою поверхнею (322 м²/г) і погано розвинутою субнанопоруватою структурою ($V_{1nm}/V_t = 0.157$, $S_{1nm}/S = 0.239$) внаслідок пріоритетного формування мезо- і макропор ($V_{me+ma}/V_t = 0.258$). Сукупність отриманих даних характеризує здатність до активації викопного вугілля як здатність утворювати нанопоруваті вуглецеві матеріали.