

УДК 669.74

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИРОВИННИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОКСУ

Мірошніченко Д. В.,

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри;

Сагалай Д. В.,

аспірант

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Шмельцер К. О.,

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри;

Кормер М. В.,

кандидат хімічних наук, доцент, доцент

Державний університет економіки і технологій

darinasagalay@gmail.com

Вуглецеві адсорбенти знайшли широке застосування в хімічній, нафтохімічній та біотехнологічній промисловості. Також активоване вугілля необхідне для вирішення екологічних проблем, які виникли внаслідок техногенної діяльності людства та використовується для очищення питної води, стічних вод і газових викидів, рекуперації пари органічних сполук, тонкого поділу технологічних газів. Ефективність процесу адсорбції залежить від фізико-хімічних властивостей сорбенту (насипної густини, питомої поверхні, об'єму пор та механічної міцності). Тому можливість спрямованого впливу на формування пористої структури вуглецевих сорбентів, підвищення їх фізико-механічних та адсорбційних властивостей, отримання продукту із заданим набором характеристик є перспективним напрямком досліджень.

У виробництві різних марок активного вугілля одним із визначальних факторів є вихідна сировина, її склад та властивості [1]. Для виробництва використовують вуглевмісну сировину (деревина, торф, буре, кам'яне вугілля, шкаралупа горіхів тощо). Найбільш великотоннажною сировиною для виробництва активованого вугілля є кам'яне та буре вугілля [2, 3].

Оскільки потреба у вуглецевих сорбентах зростає, то актуальними є дослідження спрямовані на їх одержання з викопного вугілля України та коксу. Враховуючи, що коксування по суті є процесом карбонізації вугільної сировини, в роботі досліджено вплив сировинних (склад шихт, петрографічні характеристики, показники технічного пластометричного аналізу, гранулометричний склад) та технологічних факторів (період коксування, температура процесу) на сорбційні властивості карбонізованого продукту – коксу.

У роботі для дослідження використовували вугільні шихти різного компонентного складу. Проведено технічний, пластометричний та петрографічний аналізи вугільних шихт; проаналізовано гранулометричний

склад вугільних шихт, умови коксування вугільних шихт, технічний аналіз коксу, гранулометричний склад, механічна міцність та термохімічні властивості (CRI/CSR) коксів. Показники якості коксу як сорбенту наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Показники якості коксу як сорбенту

№ проби	Сорбційна ємність, мг-екв/г		Адсорбційна активність	
	по кислоті	по луку	по йоду, %	по метиленовому блакитному, мг/г
1	1,07	1,94	12,1	30,8
2	0,94	3,15	12,1	33,8
3	1,07	2,2	12,34	32,2
4	1,24	3,9	14,73	33
5	1,2	3,44	13,53	32,6
6	1,18	3,29	13,54	32,5
7	1,27	3,38	13,78	32,8
8	1,2	2,9	13,11	31,8
9	1,22	3,6	13,38	32,8
10	1,2	3,69	13,55	32,5
11	0,27	0,34	14,53	33,6
12	1,17	3,59	13,56	32,5
13	1,04	1,79	11,94	31,9
14	1,48	1,16	4,49	32
15	1,24	3,73	13,66	33,8

Вивчаючи взаємозв'язок між властивостями вуглевмісної сировини та сорбційними характеристиками коксу (карбонізованого залишку), отримали залежності наведені у таблиці 2.

Можна сказати, що адсорбційні характеристики коксу залежать від виходу летких речовин (з шихти та коксу), який характеризує структурні особливості вуглевмісного матеріалу та впливає на формування його пористості. Вагомим також є вплив вмісту вітриніту.

Аналіз залежностей та їх статистична оцінка вказує на те, що досліджені взаємозв'язки характеризуються високими значеннями коефіцієнтів кореляції (0,73–0,91) і детермінації (52,86–83,44 %), що дає можливість прогнозувати сорбційну ємність на адсорбційну активність коксу. На підставі обробки експериментальних даних за допомогою методів математичної статистики отримані регресійні рівняння, які представлені в таблиці 3.

Проведені дослідження дозволили встановити залежність сорбційних характеристик коксу від структурних особливостей та природи вугільної сировини (вихід летких речовин, вміст вітриніту) та структури і ступеню готовності коксу (вихід летких речовин коксу). Отримані регресійні рівняння для прогнозування сорбційної ємності по луку та кислоті ($A_{\text{лук}}$, $A_{\text{кисл}}$) та адсорбційної активності по йоду $F_{\text{йод}}$ з урахуванням вмісту вітриніту та виходу летких речовин шихти є статистично значущими, характеризуються високими коефіцієнтами апроксимації R^2 (0,832 і 0,859, та 0,879 відповідно), тому можна їх рекомендувати для прогнозування зазначених показників.

Таблиця 2. Математичні залежності

№ залежності	Вид залежності	Статистична оцінка	
		коефіцієнт кореляції R	коефіцієнт детермінації $D, \%$
1	$A_{\text{луг}} = 0,287 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} - 6,6197$	0,83	68,4
2	$A_{\text{луг}} = 4,9896 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 1,741$	0,8	64,62
3	$A_{\text{луг}} = 0,1036 \cdot Vt - 5,2491$	0,84	70,54
4	$A_{\text{кисл}} = 0,149 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,6897$	0,88	77,44
5	$A_{\text{кисл}} = 0,2458 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 1,1242$	0,8	64,51
6	$A_{\text{кисл}} = 0,0043 \cdot Vt - 0,8435$	0,75	57,13
7	$F_{\text{йод}} = 0,296 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 3,2239$	0,8	63,49
8	$F_{\text{йод}} = 5,408 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 11,788$	0,78	60,25
9	$F_{\text{йод}} = 0,1313 \cdot Vt + 2,7563$	0,91	83,44
10	$F_{\text{м/б}} = 0,2853 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 22,753$	0,83	68,76
11	$F_{\text{м/б}} = 2,9279 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 31,617$	0,83	68,73
12	$F_{\text{м/б}} = 0,0789 \cdot Vt + 26,002$	0,73	52,86

Таблиця 3. Регресійні рівняння

№ рівняння	Рівняння	Статистична оцінка	
		коефіцієнт апроксимації R^2	коефіцієнт детермінації $D, \%$
1	$A_{\text{луг}} = 0,1831 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 3,3585 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} - 4,0559$	0,824	82,4
2	$A_{\text{кисл}} = 0,0251 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,1826 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 0,271$	0,805	80,5
3	$F_{\text{йод}} = 0,1858 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 3,562 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 5,943$	0,772	77,2
4	$F_{\text{м/б}} = 0,2347 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 1,635 \cdot V_{\text{к}}^{\text{daf}} + 24$	0,721	72,1
5	$A_{\text{луг}} = 0,1848 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,062 \cdot Vt - 8,1163$	0,832	83,2
6	$A_{\text{кисл}} = 0,0225 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,005 \cdot Vt + 0,01$	0,859	85,9
7	$F_{\text{йод}} = 0,155 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,085 \cdot Vt + 1,166$	0,879	87,9
8	$F_{\text{м/б}} = 0,26 \cdot V_{\text{ш}}^{\text{daf}} + 0,015 \cdot Vt + 22,38$	0,697	69,7

Література

1. Ali I., Asim M., Khan T.A. Low-cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater. J. Environ. Manag. 2012, 113, 170–183. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.028>
2. Ordabaeva A.T., Muldakhmetov Z.M., Gazaliev A.M., Kim S.V., Shaikenova Z.S., Meiramov M.G. Production of Activated Carbon from Sifted Coke and Determination of Its Physicochemical Characteristics. Molecules 2023, 28, 5661. <https://doi.org/10.3390/molecules28155661>
3. Milicevic S., Boljanac T., Martinovic S., Vlahovic M., Milosevic V., Babic B. Removal of copper from aqueous solutions by low-cost adsorbent-Kolubara lignite. Fuel Process. Technol. 2012, 95, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.11.005>