

СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ОКИСНЕНОГО І НЕОКИСНЕНОГО АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ

Грицай К.М., студент гр.ДХ-11-23

*Науковий керівник: д.х.н., проф. каф. ХХТ Хоботова Е.Б.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Найбільшого поширення для вилучення розчинених речовин з води набули вуглецеві матеріали завдяки значній енергії міжмолекулярної взаємодії адсорбат – адсорбент. Під час дослідження адсорбції на вуглецевих сорбентах і практичного використання адсорбції речовин має значення оцінка внеску поверхневих оксидів вуглецевих сорбентів у загальну величину енергії і врахування пористої структури вуглецевих сорбентів.

Активоване вугілля – матеріал з розвиненою пористою структурою. На 87–97 % складається із Карбону, містить також Гідроген, Оксиген і речовини, введені в активоване вугілля при його одержанні. Зольність активного вугілля може складати 1–15 %.

Пори в активованому вугіллі класифікують за їх лінійними розмірами x (півширина – для щілиноподібної моделі пор, радіус – для циліндричної або сферичної): $x \leq 0,6-0,7$ нм – мікропори; $0,6-0,7 < x < 1,5-1,6$ нм – супермікропори; $1,5-1,6 < x < 100-200$ нм – мезопори; $x > 100-200$ нм – макропори.

Для адсорбції в мікропорах (питомий об'єм $0,2-0,6$ см³/г), що відповідають розмірам молекул, які адсорбуються, характерний головним чином механізм об'ємного заповнення. Аналогічно протікає адсорбція також в супермікропорах (питомий об'єм $0,15-0,2$ см³/г) – проміжні області між мікропорами і мезопорами. В цій області властивості мікропор поступово вироджуються, властивості мезопор виявляються.

Механізм адсорбції в мезопорах заключається в послідовному утворенні адсорбційних шарів, що завершується заповненням пор за механізмом капілярної

конденсації. У звичайного активованого вугілля питомий об'єм мезопор складає 0,02–0,10 см³/г, питома поверхня – від 20 до 70 м²/г; проте у деякого активованого вугілля ці показники можуть досягати відповідно 0,7 см³/г і 200–450 м²/г.

Макропори (питомий об'єм і питома поверхня відповідно 0,2–0,8 см³/г і 0,5–2,0 м²/г) служать транспортними каналами, які підводять молекули речовин, що поглинаються, до адсорбційного простору зерен (гранул) активованого вугілля. Для придання активному вугіллю каталітичних властивостей в макро- і мезопори вносять, як правило, спеціальні добавки.

В активованому вугіллі часто існують всі різновиди пор, і диференційна крива розподілу їх об'єму за розмірами має 2–3 максимуми. В залежності від ступеня розвитку супермікропор розрізняють активоване вугілля з вузьким розподілом (це пори практично відсутні) і широким (суттєво розвинуті).

Активоване вугілля добре адсорбує пари речовин із порівняно високими температурами кипіння, гірше – летких сполук.

У таблиці наведені характеристики деяких зразків активованого вугілля вітчизняного та закордонного виробництва, які найчастіше використовують для очищення природних і стічних вод [1].

Основна сировина для виробництва активованого вугілля – кам'яновугільний напівкокс; рослинні матеріали, що містять вуглець, наприклад, деревинне вугілля, торф, тирса, шкаралупа горіхів, кісточки плодів фруктових дерев. Продукти карбонізації цієї сировини підвергають активації за температур 850–950 °С. Крім того, активоване вугілля одержують термічним розкладанням синтетичних полімерів, наприклад, полівініліденхлориду.

Активоване вугілля широко застосовують як адсорбент для поглинання парів із газових викидів, вловлювання парів летких розчинників з метою їх рекуперації, для очищення водних розчинів, питної і стічних вод, в протигазах, в вакуумній техніці, наприклад, для створення сорбційних насосів, в газоадсорбційній хроматографії, для заповнення запахопоглиначів в

холодильниках, очищення крові, поглинання шкідливих речовин із травного тракту та ін. Активоване вугілля – також носій каталітичних добавок і каталізатор полімеризації.

Часто як домішку до активованого вугілля використовують кисень. Вміст кисню коливається від 2 до 25 % в окисненому активованому вугіллі. Щонайменше 25 % усього Оксигену, що міститься в активованому окисненому вугіллі, входить до складу поверхневих оксидів, які мають властивості об'ємних сполук з відповідними функціональними групами. Більш поширені і вивчені кислотні поверхневі групи, що містять Оксиген. Такі поверхневі групи вугілля і сажі не беруть участі у взаємодії молекул ароматичних похідних з поверхнею вуглецевих сорбентів і не впливають на фізичну адсорбцію неполярних органічних речовин з газоподібної фази. Специфічна взаємодія поверхні вугілля з органічними речовинами спостерігалась лише при наявності карбонільних груп на поверхні вугілля та виникненні донорно-акцепторних комплексів.

Структура адсорбенту значною мірою визначає його питому витрату під час адсорбції розчинених речовин і, таким чином, впливає на економічність адсорбційної технології. Очевидно, що мікропори, розміри яких менші від молекул розчинених речовин, не беруть участі в процесі адсорбції і тому в процесі адсорбції складних молекул є некорисною частиною пористої структури, тоді як у разі адсорбції відносно невеликих молекул об'єм мікропор становить головну частину адсорбційного об'єму пор адсорбенту. Об'єм дуже широких пор також не використовується повністю для вибіркової адсорбції з водних розчинів, оскільки вибіркова адсорбція здійснюється лише в мономолекулярному шарі розчину на їх поверхні, а питома поверхня пор швидко зменшується зі збільшенням їх діаметра. Оцінка розмірів молекул речовин у промислових стічних водах, направлених на адсорбційне очищення, дає змогу визначити раціональні межі розмірів пор адсорбентів, призначених для цих цілей.

Таблиця 1 - Характеристики активованого вугілля різних марок

Параметр	Одиниця	Вугілля								
		Carbochem		фірми Futa Mura	кок- сівне	«Акант мезо» активований антрацит	Filtrisorb			TL830
		LQ- 1240	LQ- 900S				300	400	500	
Щільність насипна	г/см ³	0,48	0,48	0,48	0,5	0,4-0,46	0,46	0,425	0,425	0,43
Гранулометричний склад:	Меш	12×40	8×30	12×40	12×40	10×40	8×30	12×40	8×30	10×20
> max	%	5	10	0,5	0,5	0,1	15	5	15	5
< max	%	5	5	1,0	1,0	5	4	4	5	4
Ефективний розмір	мм	0,9-1,1	1,5-1,7	–	–	0,6-0,8	0,8-1,0	0,6-0,7	0,8-1,0	0,9-1,1
Коефіцієнт однорідності	max	1,9	–	–	–	2,0	1,8	2,0	1,8	1,4
Стирання	% min	75	75	93	99	85	75	75	75	75
Адсорбція за йодом	мг/г	850	900	1000	1100	880-1000	950	1050	1050	1000
метиленовим синім	мг/г	–	–	180	200	200-300	230	260	260	245
фенолом	%	–	–	9,5	9,8	9,9	4,3	4,5	4,5	4,5
Сумарна пористість	см ³ /г	0,8	0,8	–	–	0,55-0,68	0,8-0,9	0,85-0,95	0,95	0,95
Площа питомої поверхні	м ² /г	950	1000	–	–	900-1050	950	1050	1100	1050

Отже, для вилучення речовин з водних розчинів потрібні адсорбенти з порами, ефективний радіус яких укладається в інтервал 0,5–10 нм. Тобто не лише макропористість, а й наявність перехідних пор (мезопор), ефективний радіус яких перевищує 10 нм, є істотним недоліком пористої структури адсорбенту. Мікропори з радіусом менш як 0,5 нм також, як правило, непридатні для адсорбції речовин з розчинів, оскільки вони недоступні для всіх молекул.

Перелік посилань:

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод// А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.