КӨМІРТЕКТІ СОРБЕНТТЕРДІҢ БЕТКІ МОДИФИКАЦИЯСЫ

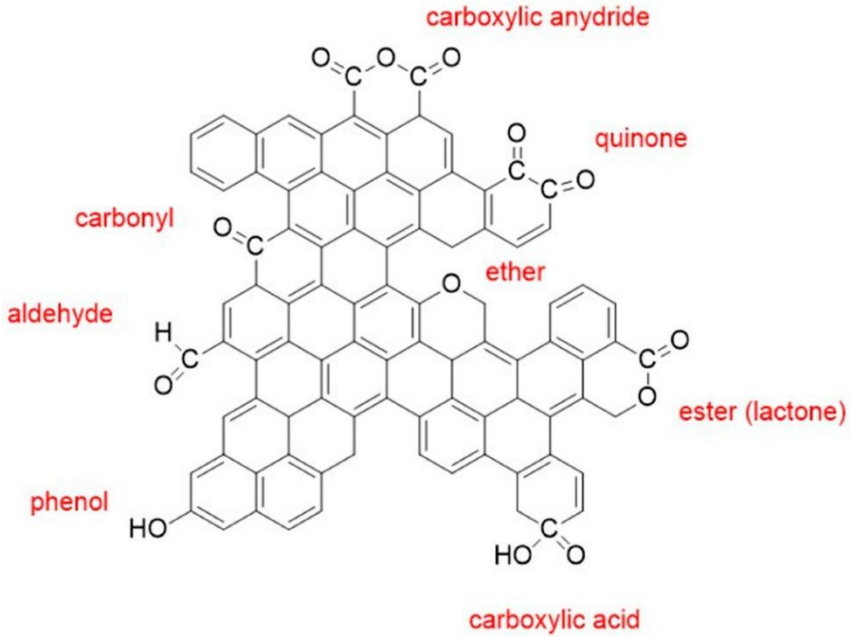
10 дәріс

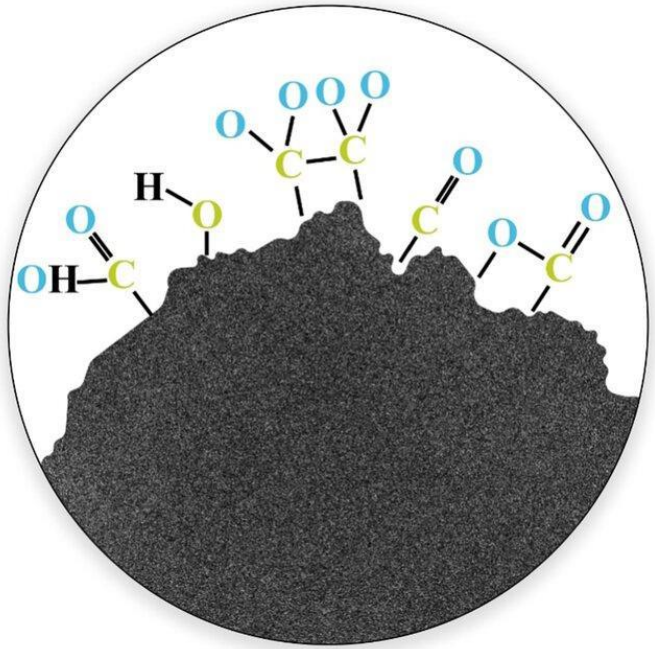
1. Беткі модификация туралы жалпы түсінік

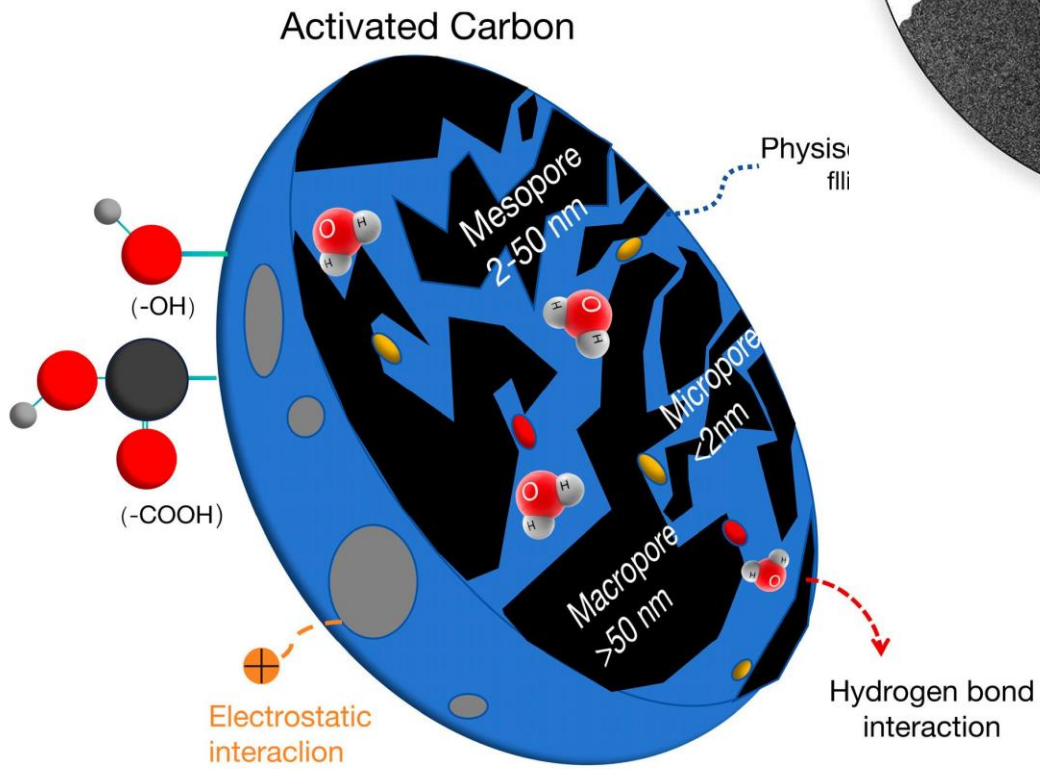
Көміртекті сорбенттердің беткі модификациясы – олардың беткі химиялық құрамын, құрылымын және физика-химиялық қасиеттерін өзгерту арқылы сорбциялық қабілетін арттыруға бағытталған физика-химиялық өңдеу процесі.

Модификацияның негізгі мақсаты – көміртекті материалдың адсорбцияланатын заттармен әрекеттесу тиімділігін жоғарылату, беттік функционалдық топтардың санын көбейту және материалдың селективтілігін реттеу.

Бастапқы көміртекті сорбенттердің бетінде әртүрлі функционалдық топтар болуы мүмкін:
- Гидроксилдік топтар (–OH);
- Карбоксилдік топтар (–COOH);
- Карбонилдік топтар (C=O);
- Лактондық топтар;
- Фенолдық топтар;
- Эфирлік топтар (C–O–C).


carboxylic anydride
quinone
carbonyl
ether
aldehyde
ester (lactone)
phenol
carboxylic acid




Activated Carbon
Mesopore
2-50 nm
Micropore
<2nm
Macropore
>50 nm
(-OH)
(-COOH)
Electrostatic
interaclion
Hydrogen bond
interaction

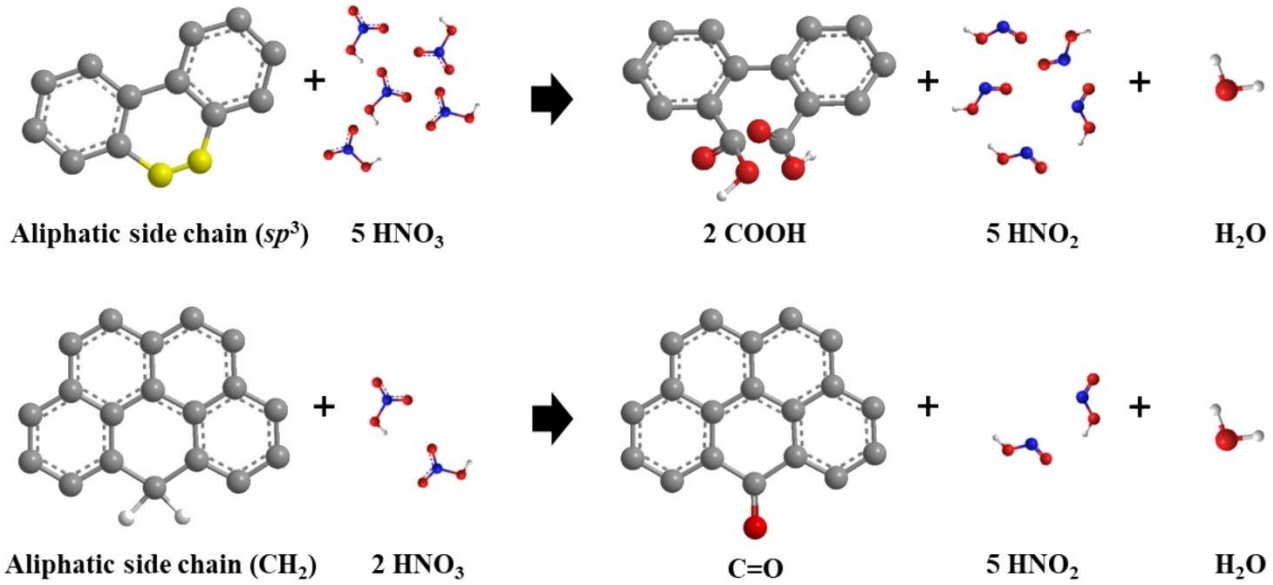
2. Көміртекті сорбенттерді модификациялау әдістері

Беткі модификация әдістерін бірнеше негізгі топқа бөлуге болады.

2.1. Химиялық модификация

Химиялық модификация – көміртекті сорбенттердің бетін әртүрлі химиялық реагенттермен өңдеу арқылы жаңа функционалдық топтар енгізу әдісі.

а) Қышқылдық өңдеу



Көміртекті материалдарды азот қышқылымен (HNO_3), күкірт қышқылымен (H_2SO_4) немесе фосфор қышқылымен (H_3PO_4) өңдеу арқылы олардың бетінде оттекті функционалдық топтар қалыптастыруға болады.

Мысалы, азот қышқылымен өңдеу нәтижесінде:

•Карбоксилдік (–COOH);

•Гидроксилдік (–OH);

•Карбонилдік (C=O) топтардың мөлшері артуы мүмкін.

Бұл топтар ауыр металл иондарымен, мысалы Cu^{2+}, Pb^{2+} және Cd^{2+} иондарымен әрекеттесуге мүмкіндік береді.

б) Сілтілік өңдеу

Көміртекті сорбенттерді NaOH немесе KOH ерітінділерімен өңдеу арқылы олардың беттік қасиеттерін өзгертуге болады.

Негізгі әсерлері:

•Беткі функционалдық топтардың өзгеруі;

•Қышқылдық-негіздік қасиеттердің реттелуі;

•Кейбір жағдайларда кеуекті құрылымның өзгеруі.

в) Тотықтырғыштармен өңдеу

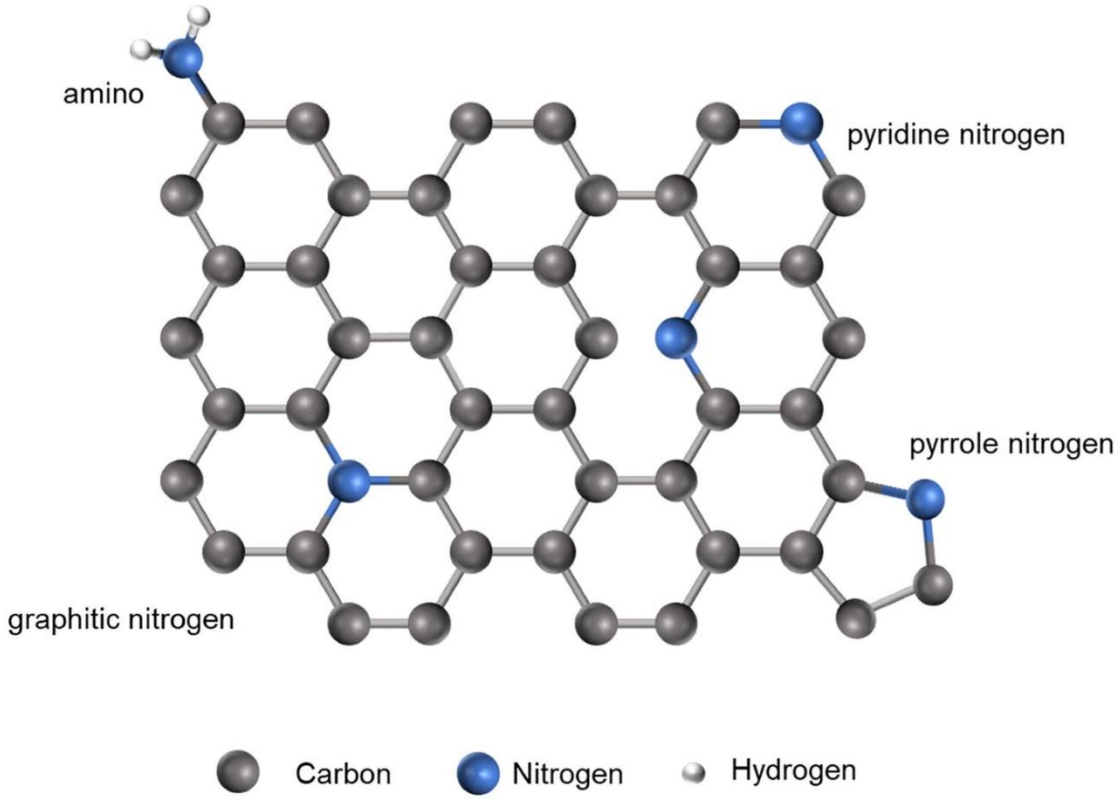
H_2O_2, $KMnO_4$ және басқа тотықтырғыштарды қолдану көміртек бетінде оттекті топтардың қалыптасуына ықпал етеді.

2.2. Азотпен модификациялау (N-допирлеу)

Азотпен модификациялау – көміртекті материалдың құрылымына азот атомдарын енгізу әдісі.
Азот көзі ретінде:
•Мочевина ($CO(NH_2)_2$);
•Меламин;
•Аммиак (NH_3);
•Азотқұрамды полимерлер қолданылады.

Термиялық өңдеу кезінде азот атомдары көміртек құрылымына еніп, әртүрлі химиялық күйлерде орналасады:
1.Пиридиндік азот (Pyridinic-N);
2.Пирролдық азот (Pyrrolic-N);
3.Графиттік азот (Graphitic-N).

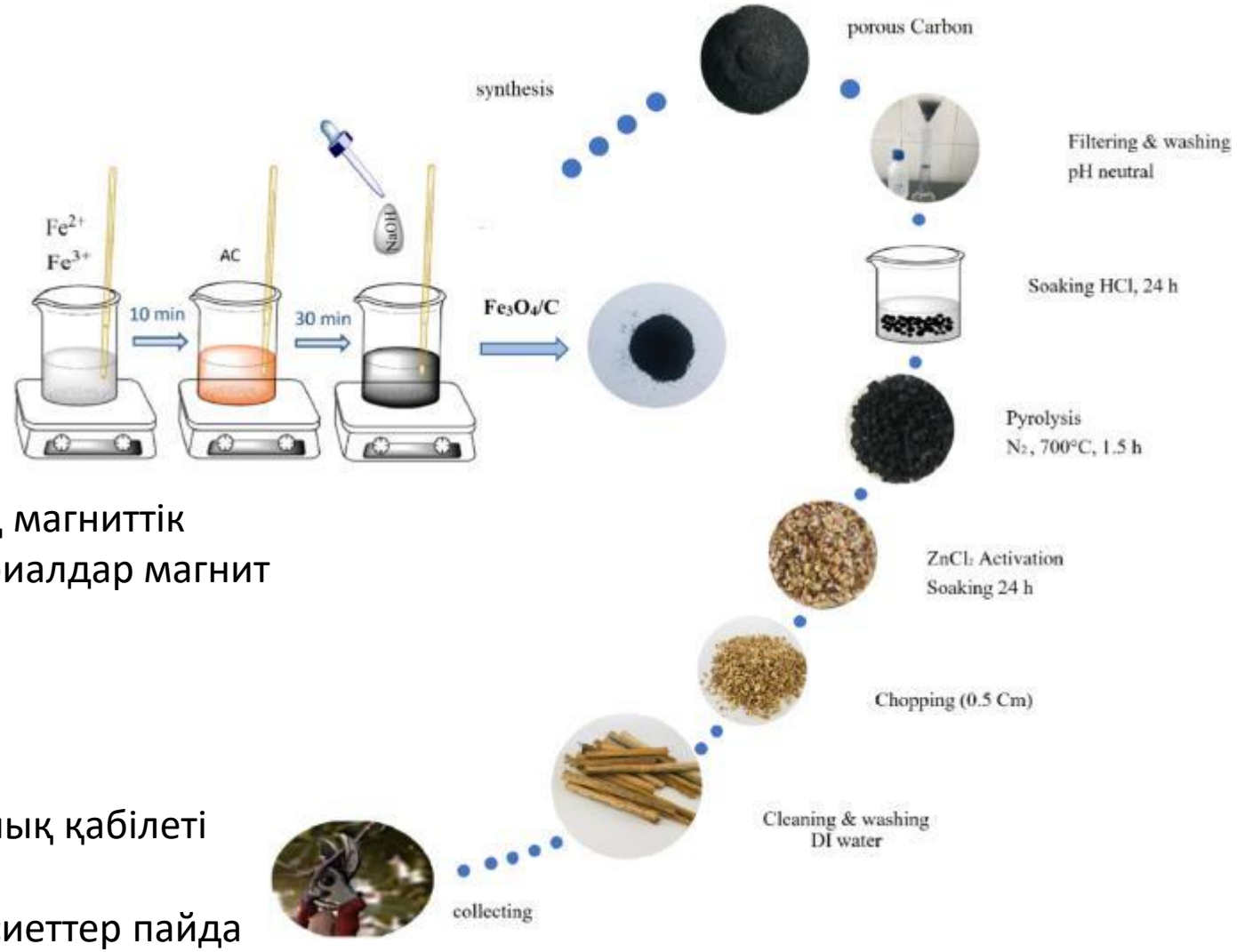
Модификацияның нәтижесі:
•Беткі электрондық қасиеттер өзгереді;
•Металл иондарымен координациялық әрекеттесу мүмкіндігі артады;
•Сорбциялық селективтілік өзгереді;
•Электрохимиялық белсенділік жоғарылауы мүмкін.



2.3. Металл және металл оксидтерімен модификациялау

Бұл әдіс көміртекті сорбенттің бетіне металл немесе металл оксиді нанобөлшектерін бекітуге негізделген.
Қолданылатын компоненттер:
•Fe_3O_4 – темір оксиді;
•TiO_2 – титан диоксиді;
•ZnO – мырыш оксиді;
•MnO_2 – марганец диоксиді;
•CuO – мыс оксиді.

Мысалы, Fe_3O_4-пен модификациялау:

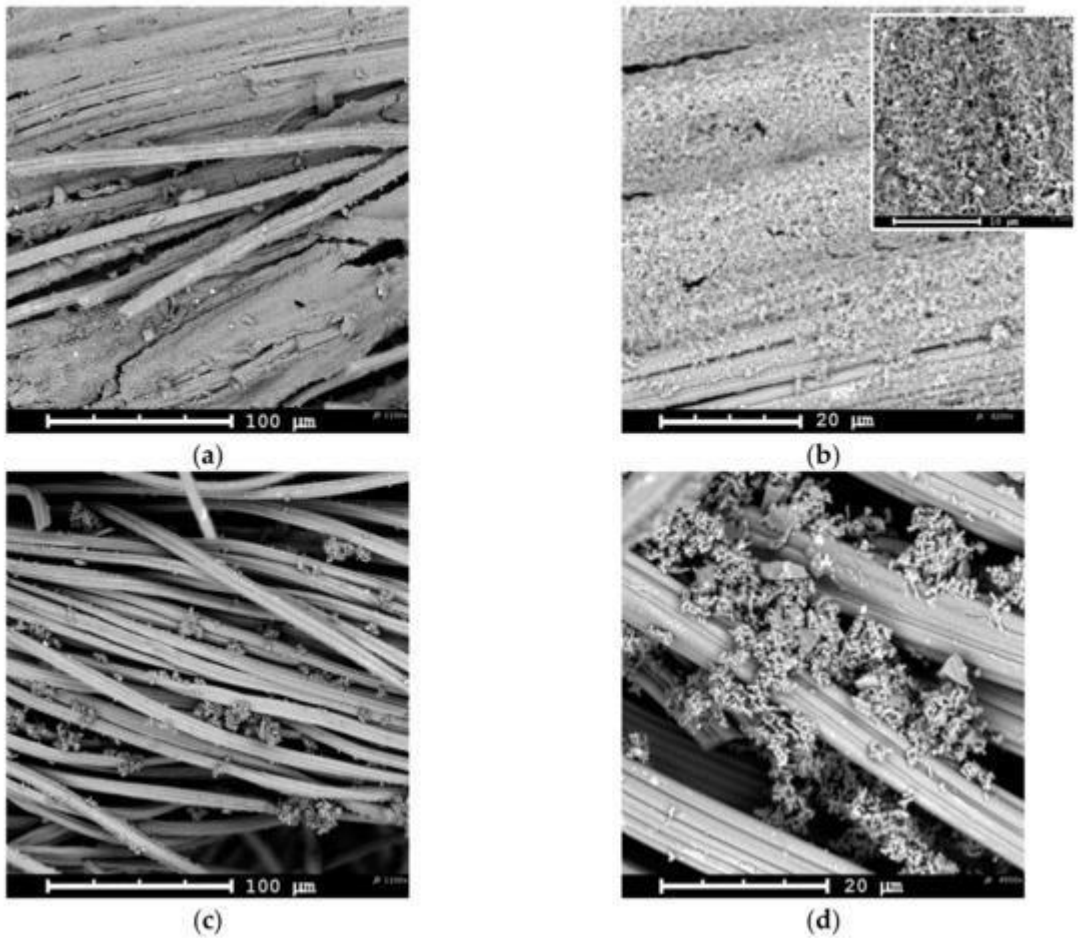


Көміртекті сорбенттің бетінде темір оксидінің магниттік нанобөлшектері қалыптасады. Мұндай материалдар магнит өрісі арқылы судан оңай бөлініп алынады.

Артықшылықтары:
•Сорбентті судан бөліп алу жеңілдейді;
•Кейбір металл иондарына қатысты сорбциялық қабілеті артады;
•Каталитикалық және фотокаталитикалық қасиеттер пайда болуы мүмкін.

2.4. Полимерлермен модификациялау

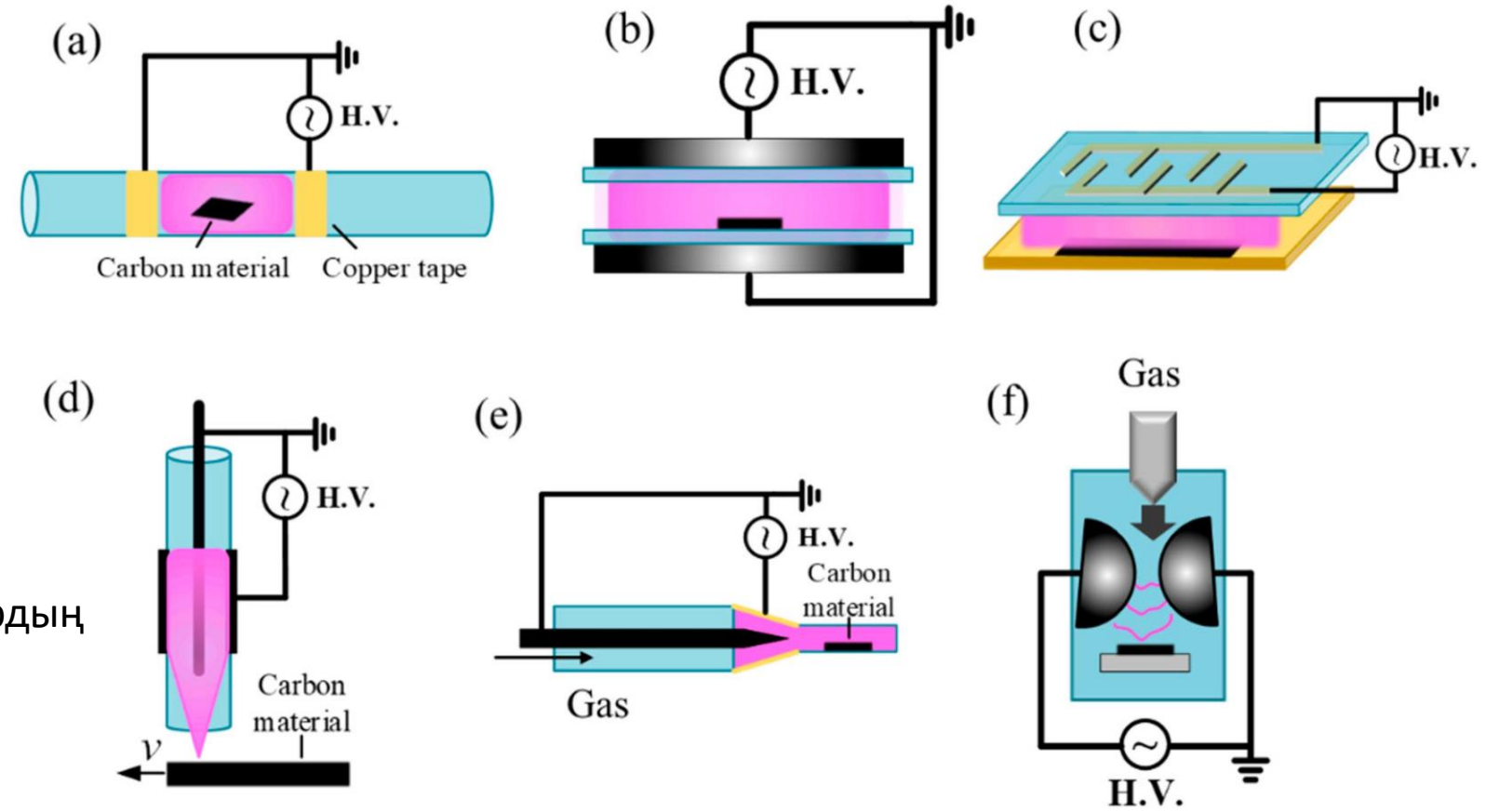
Бұл әдісте көміртекті материалдың бетіне функционалдық полимерлер бекітіледі.
Негізгі полимерлер:
•Полипиррол;
•Полианилин;
•Полиэтиленимин (PEI);
•Хитозан.
Мысалы, полиэтиленимінмен модификациялау кезінде көміртек бетінде амин топтары ($–NH_2$) көбейеді. Олар металл иондарымен және кейбір органикалық қосылыстармен әрекеттесе алады.



2.5. Плазмалық модификация

Плазмалық өңдеу – көміртекті материалдың бетін төмен температуралы плазма арқылы өзгерту әдісі.

Қолданылатын плазма түрлері:
- Оттекті плазма;
- Азотты плазма;
- Аргон плазмасы;
- Аммиак плазмасы.



Бұл әдіс арқылы:
- Беттік функционалдық топтар қалыптасады;
- Беттік энергия өзгереді;
- Гидрофильділік артады;
- Беттік ақаулар мен белсенді орталықтардың саны өзгеруі мүмкін.

Артықшылығы – материалдың бүкіл көлемін өзгертпей, негізінен беткі қабатын өңдеу мүмкіндігі.

Модификация әдісі	Қолданылатын реагенттер	Негізгі өзгеріс
Қышқылдық өңдеу	HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4	Оттекті топтардың көбеюі
Сілтілік өңдеу	NaOH, KOH	Беттік қышқылдық-негіздік қасиеттердің өзгеруі
Азотпен модификация	Мочевина, меламин, NH_3	Азотты функционалдық топтардың түзілуі
Металл оксидтерімен	Fe_3O_4, TiO_2, ZnO	Бетке нанобөлшектерді бекіту
Полимерлермен	Хитозан, PEI, полипиррол	Жаңа функционалдық топтарды енгізу
Плазмалық өңдеу	O_2, N_2, Ar плазмасы	Беттік химиялық құрам мен энергияны өзгерту

Модификацияланған көміртекті сорбенттер келесі бағыттарда қолданылады:

1. Ауыр металл иондарын жою

Қышқылдық немесе азотты топтармен модификацияланған көміртекті сорбенттер Pb^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+} және Cr^{3+} сияқты иондарды байланыстыру үшін қолданылады.

2. Органикалық ластағыштарды адсорбциялау

Көміртекті материалдар бояғыштарды, фенолдарды, мұнай өнімдерін және басқа органикалық қосылыстарды жоюға мүмкіндік береді.

3. Мұнай мен суды бөлу

Гидрофобты көміртекті аэрогельдер мен ксерогельдер мұнай өнімдерін судан селективті түрде бөліп алуға қолданылады.

4. Каталитикалық процестер

Металл оксидтерімен модификацияланған көміртекті материалдар органикалық ластағыштарды ыдырату процестерінде қолданылады.

5. Модификация нәтижелерін зерттеу әдістері

Модификацияның тиімділігін бағалау үшін бастапқы және модификацияланған сорбенттердің сипаттамаларын салыстыру қажет.

