

Ж. БАЛАСАГЫН атындагы КЫРГЫЗ УЛУТТУК УНИВЕРСИТЕТИ

**И. РАЗЗАКОВ атындагы КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИ**

ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Диссертациялык кеңеш Д 02.24.692

Кол жазма укугунда
УДК [544.353.2+544.726](043.3)

ХАРЧЕНКО АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

**КҮРӨН КӨМҮРДӨН АЛЫНГАН ГУМИН КИСЛОТАЛАРЫ, ГУМИН: БӨЛҮП
АЛУУ, АНАЛИЗДӨӨ, СУУ-ОРГАНИКАЛЫК ЭРИТМЕЛЕРДЕ БЕТТИК ЖАНА
СОЛЬВАТАЦИЯЛЫК КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨ**

02.00.04 – физикалык химия

Химия илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын
изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын авторефераты

Бишкек-2024

Иш Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасында жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университетинин электроника жана микроэлектроника кафедрасында аткарылган

Илимий жетекчи: **Карабаев Султан Осмонович**, химия илимдеринин доктору, профессор, Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасынын профессору, Кыргыз Республикасы, Бишкек ш.

Расмий оппоненттер: **Сейлханова Гульзия Амангельдыевна**, химия илимдеринин доктору, профессор, Аль-Фараби атындагы Казак улуттук университетинин физикалык химия, катализ жана нефти кафедрасынын профессору, Казахстан Республикасы, Алматы ш.

Тимофеев Сергей Васильевич, химия илимдеринин кандидаты, “Пластполимер” ачык акционердик коомунун политетрафторэтилен жана перфторирленген ион алмашуучу мембраналар бөлүмүнүн башчысы, Россия Федерациясы, Санкт-Петербург ш.

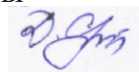
Жетектөөчү мекеме: Казахстан республикасынын билим берүү жана илим Министрлигинин илим Комитетинин “Институт проблем горения” Республикалык мамлекеттик ишканасы, 050012, Казахстан Республикасы, Алматы ш., Богенбай баатыр к., 172.

Диссертацияны коргоо 2024-ж. 14-майында саат 16.00 химия илимдеринин доктору (кандидаты) окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн диссертацияларды коргоо боюнча Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетине, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетине, Ош мамлекеттик университетине караштуу Д 02.24.692 диссертациялык кеңештин отурумунда өткөрүлөт, дареги: 720033, Бишкек ш., Фрунзе көч., 547. Диссертациянын коргоо боюнча онлайн видеоконференциясынын сылкасы: <https://vc.vak.kg/b/022-tml-ajx-hs0>.

Диссертация менен Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин, 720033, Бишкек ш., Жибек Жолу көч., 394, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин, 720044, Бишкек ш., Ч. Айтматова пр., 66, Ош мамлекеттик университетинин, 723500, Ош ш., Борубаев көч., 2, китепканаларынан жана https://vak.kg/diss_sovety/d-02-24-692/ сайтынан таанышууга болот.

Автореферат 2024-ж. 12-апрелинде таркатылды.

Диссертациялык кеңештин окумуштуу катчысы
химия илимдеринин кандидаты, доцент



Д. А. Субанкулова

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Изилдөөнүн темасынын актуалдуулугу. Супрамолекулалык химия учурдагы нанотехнологиялык изилдөөлөрдүн негизи болуп саналат жана молекулалык наноструктуралардын ар кандай түрлөрүн түзүү үчүн кеңири мүмкүнчүлүктөрдү ачат. Ар түрдүү тармактардагы түрдүү кубулуштарды камтып – уюшулган конденсацияланган фазалардын физикасынан чоң молекулалык ансамблдердин биологиясына чейин – супрамолекулалык химия супрамолекулалык илимге – молекулалык ансамблдердин жана молекулалар аралык өз ара аракеттешүүлөр химиясына – чейин өсөт.

Күрөң көмүрдөн бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин супрамолекулалары сыяктуу супрамолекулалык ансамблдер белгилүү структуралык, конформациялык, термодинамикалык, кинетикалык жана динамикалык касиеттерге ээ. Алар өз ара аракеттешүүлөрдүн ар кандай түрлөрүнө жөндөмдүү: металл иондору менен координациялык өз ара аракеттешүү, электростатикалык күчтөр, суутектик байланыштар, ван-дер-ваальс өз ара аракеттешүүлөр, донордук-акцептордук аракеттешүүлөр ж.б.

Илимий адабиятта гуминдик заттарды суюк фазалык методдор менен өзгөртүүгө арналган көптөгөн серептер бар. Айрым басылмаларда суу-электролиттик эритмелерде локалдаштырылган супрамолекулалык системалар катары каралган гумин кислоталарынын касиеттери талкууланат. Ошол эле учурда суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин күрөң көмүрдөн бөлүнүп алынган гумин кислоталарына жана өзгөчө гуминге адсорбцияланышына аз көңүл бурулат. Күрөң көмүрлөрдүн негизинде алынган көмүртектик сорбенттердин, күрөң көмүрлөрдөн бөлүнүп алынган гумин кислоталары менен гуминдин функционалдык жана жергиликтүү микроэлементтик курамы, беттик морфологиясы тууралуу басылмалар аз санда. Суу-органикалык эритмелерде гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын сольватациясынын тандоо эффекттери жөнүндө ата мекендик жана чет элдик адабияттарда маалыматтар аз.

Жогорудагы маалыматтардын жетишсиздиги, бул табигый көмүртектик матрицалардын супрамолекулаларынын курамын химиялык формула менен сүрөттөп берүүгө мүмкүн эместиги алардын гетерогендик системалардагы, анын ичинде идеалдуулуктан оң жана терс четтөөлөрү бар суу-органикалык эритмелерде, беттик жана сольватациялык касиеттерин изилдөөнүн актуалдуулугун аныктайт. Акыркылар экологиялык жана ошондой эле биохимиялык системаларда маанилүү роль ойнойт.

Диссертациянын темасынын приоритеттүү илимий багыттары, илимий долбоорлор менен байланышы. Иш Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасынын илимий-изилдөө иштеринин тематикалык планына: «Табигый көмүртектик матрицалар: бөлүп алуу, анализдөө, оор металлдардын иондорунун, төмөнкү молекулалуу органикалык лиганддардын суудагы эритмелериндеги адсорбциялык катмарлардын жана

молекулалык ансамблдердин касиеттерин изилдөө» (2013-2018-жж.); Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлигинин илимий-изилдөө иштери боюнча долбоорлоруна: “Кыргызстандын табигый дисперстик материалдары: бөлүп алуу, анализдөө, эритмелердеги адсорбциялык катмарлардын жана молекулалык ансамблдердин касиеттерин изилдөө» (мамлекеттик регистр. № 0005736); “Кыргызстандын табигый дисперстик материалдары: активдештирилген түрлөрүнүн беттик морфологиясы, органикалык иондордун, оор металл катиондорунун эритмелеринен ашыкча адсорбциялык жана сольватациялык касиеттеринин мүнөздөмөсү” (мамлекеттик регистр. № 0006985) ылайык аткарылды.

Изилдөөнүн максаты. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги беттик жана сольватациялык касиеттерин изилдөө.

Изилдөөнүн маселелери:

1. Кара-Кече күрөң көмүрүнөн гумин кислоталарын жана гуминди бөлүп алуу, техникалык мүнөздөмөлөрү, алынган көмүртектик матрицалардын классификациялык өзгөчөлүктөрүн аныктоо.
2. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин үлгүлөрүнүн функционалдык курамынын салыштырма анализи.
3. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин беттик морфологиясынын, минералдык жана жергиликтүү элементтик курамынын мүнөздөмөсү.
4. Кара-Кече күрөң көмүрүндө, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин изотермикалык адсорбциясын изилдөө. Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелеринде гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктеринин сольватациясынын тандоо эффекттеринин мүнөздөмөсү.

Илимий жаңылык. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелеринде адсорбциялык жана сольватациялык касиеттерин изилдөөлөр биринчи жолу жүргүзүлгөн. Изилденген табигый көмүртектик матрицалардын беттик морфологиясынын жана салыштырма беттик аянтынын салыштырмалуу мүнөздөмөсү берилген. Сольватациялык ашыктык түшүнүгүнүн алкагында төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин өлчөмдүү эффекти биринчи жолу бааланган.

Алынган натыйжалардын практикалык маанилүүлүгү. Экинчилик көмүртектик чийки затты – Кара-Кече көмүрүнөн алынган гуминди – сорбент катары колдонуу менен суудагы эритмелерди органикалык кошундулардан

тазалуу ыкмасы илимий жактан негизделген жана Кыргыз Республикасынын патенти менен корголгон.

Диссертациянын коргоого коюлуучу негизги жоболору:

- Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин классификациялык өзгөчөлүктөрү.
- Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин беттик морфологиясынын, салыштырма беттик аянтынын, энергодисперсиялык жана ИК-спектрлеринин салыштырмалуу мүнөздөмөсү.
- Кара-Кече күрөң көмүрүндөгү, андан бөлүнүп алынган катуу фазадагы гумин кислоталарындагы жана гуминдеги суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин адсорбцияланышынын салыштырмалуу мүнөздөмөсү.
- Суудагы эритмелерде Кара-Кече күрөң көмүрүнөн алынган гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктеринде төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудан ашыкча сольватташуусунун мүнөздөмөсү. Реакциялык борборлору суудагы эритмелерде төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелер менен каныккан гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктерине өлчөмдүү баа берүү.

Изденүүчүнүн жеке салымы. Автор алгачкы эксперименттик маалыматтардын баардыгын өз алдынча алган жана математикалык статистиканын методдору менен иштеткен. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталары менен гуминдин физикалык-химиялык мүнөздөмөсүнүн, төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин катуу адсорбенттерге изотермиялык адсорбцияланышынын натыйжаларына изилденип жаткан системалардагы адсорбциянын болжолдонгон механизмдерин негиздөө менен комплекстүү талдоо жүргүзүлдү. Суу-органикалык эритмелердеги гумин кислоталарына электролит эместердин сольватациясынын тандоо эффекттерин сүрөттөө үчүн сольватациялык ашыктыгы түшүнүгүн колдонуу мүмкүнчүлүгү көрсөтүлдү. Реакциялык борборлору төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелер менен каныккан гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктерине өлчөмдүү баа берилди.

Изилдөөнүн натыйжаларын апробациялоо. Диссертациялык иштин материалдары эл аралык жана республикалык конференцияларда баяндалган: «The Sixth International Conference on Mathematical Modeling and Computer Simulation of Material Technologies», Ariel, Israel, 2010; The Tenth Israeli-Russian Bi-National Workshop “The optimization of composition, structure and properties of metals, oxides, composites, nano and amorphous materials”, Jerusalem, Israel, 2011; «The Seventh International Conference on Material Technologies and Modeling», Ариэль, Израиль, 2012; «Республикалык илимий-практикалык конференция: Химия. Химиялык технология. Проблемалар жана перспективалар», Бишкек, Кыргызстан, 2013; «The twelfth Russian - Israeli Bi-

National workshop», Иерусалим, Израиль, 2013; «10th International Conference on Diffusion in Solids and Liquids» Париж, Франция, 2014; «Эл аралык илимий-практикалык конференция: Органикалык жана органикалык эмес синтез технологияларын өнүктүрүүнүн актуалдуу көйгөйлөрү жана багыттары» Стерлитамак, Россия Федерациясы, 2023-ж.

Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда чагылдырылышынын толуктугу. Изилдөөнүн жыйынтыгы боюнча 16 макала эл аралык конференциялардын материалдарында жана "Web of Science», «Scopus», «РИНЦ» системалар боюнча индекстелген, рецензияланган журналдарда жарыяланган. Кыргыз Республикасынын патенти (суу эритмелерин органикалык кошулмалардан тазалоо бөлүгүндө) алынган.

Диссертациянын түзүлүшү жана көлөмү. Диссертациялык иш киришүүдөн, үч бөлүмдөн, жыйынтыктардан, практикалык сунуштар, колдонулган адабияттык булактардын тизмесинен турат. Диссертация 127 компьютердик тексттик бетте берилген, 28 сүрөттү, 18 таблицаны камтыйт, колдонулган булактардын тизмеси 144 аталыштан турат.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүү.

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу негизделген, изилдөөнүн максаты жана маселелери, коргоонун негизги жоболору аныкталган, изилдөөнүн натыйжаларынын илимий жаңылыгы жана практикалык маанилүүлүгү көрсөтүлгөн.

1-бап. Адабий сереп.

Сереп күрөң көмүрлөрдүн жана алардын түзүүчүлөрүнүн мүнөздөмөлөрүнө, отун эмес колдонулушуна арналган. Өзүнчө параграфта сольватациялык ашыктык концепциясы жана анын гумин кислоталарын супрамолекулалык системалар катары сүрөттөөдө колдонулушу баяндалган. Күрөң көмүрлөрдүн негизинде алынган көмүртектик сорбенттердин, гумин кислоталарынын жана гуминдин функционалдык, микроэлементтик курамын жана беттик морфологиясын изилдөөгө жетишсиз көңүл бурулат деп белгиленген. Табигый көмүртектик матрицалардын суу-органикалык эритмелердеги беттик жана сольватациялык касиеттерин изилдөө актуалдуу маселе бойдон калууда.

2-бап. Изилдөө методологиясы жана методдору.

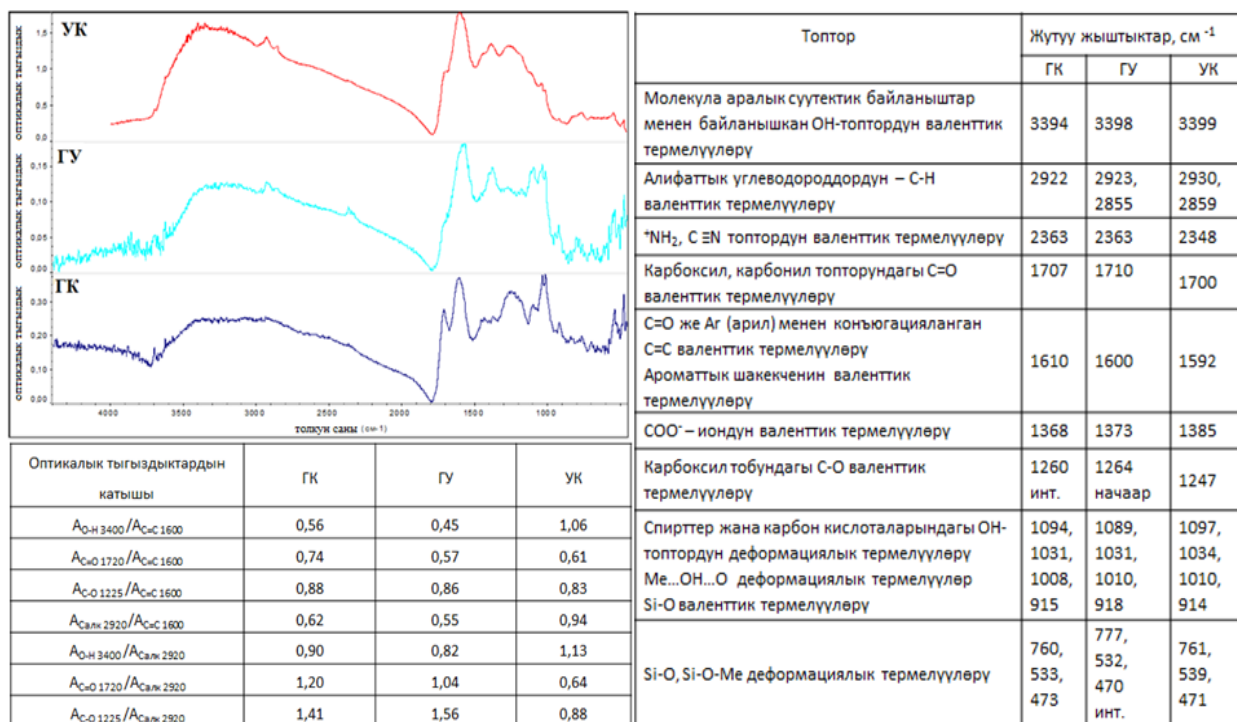
Изилдөө объекти. Гетерогендик системалар, алардын ичинде катуу фазадагы табигый көмүртектик матрицалар жана суюк фазадагы идеалдуулуктан оң жана терс четтөөлөрү бар төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелери.

Изилдөө предмети. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн негизиндеги супрамолекулалык ансамблдердин, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын, гуминдин физикалык-химиялык мүнөздөмөсү жана алардын глициндин, мочевианын, D-глюкозанын суудагы эритмелериндеги беттик жана сольватациялык касиеттеринин анализи.

Кара-Кече күрөң көмүрүнүн (УК) техникалык мүнөздөмөсү берилип, андан гумин кислоталарын (ГК) жана гуминди (ГУ) бөлүп алуу ыкмасы баяндалды. Үч объект үчүн тең күлдүүлүгү жана нымдуулугу аныкталып, элементтик анализи жүргүзүлүп, анын жыйынтыгы боюнча бөлүнүп алынган гумин кислоталары күрөң көмүрдөн жана кара топурактан алынган гумин кислоталарынын классына тиешелүүлүгү көрсөтүлдү. Бул иштин предмети болгон маселелерди чечүү үчүн колдонулган физикалык, физикалык-химиялык методдорду колдонуу ыкмалары тартууланды.

3-бап. Өз изилдөөлөрдүн натыйжалары.

3.1 Кара-Кече көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин ИК-Фурье-спектроскопиянын маалыматтары боюнча функционалдык анализи. 3.1-сүрөттө бардык изилденүүчү үлгүлөрдүн 450дөн 4000 см^{-1} ге чейинки жыштык аралыгында KBr менен 1:300 катышында кесекчелер түрүндө Varian ИК-Фурье-спектрометринде жазылган ИК-спектрлери көрсөтүлгөн.



3.1-сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин ИК-спектрлери, негизги атомдук топтордун мүнөздүү сиңирүү тилкелеринин максимумдары

Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, гумин кислоталарынын жана гуминдин ИК-спектрлеринин салыштырма анализи көрсөткөндөй, бардык үлгүлөр конденсацияланган ароматикалык системалардын, алифатикалык жана алициклдүү углеводороддук топтордун, ошондой эле кычкылтекте камтыган функционалдык (карбоксил, карбонил, гидроксил) топтордун болушу менен мүнөздөлөт. Бардык үлгүлөр минералдык компоненттерди камтыйт. Изилденген үлгүлөрдөгү функционалдык топтордун салыштырмалуу санын баалоо кычкылтек камтыган топтордун сиңирүү тилкелеринин чокуларынын аянттарынын ароматикалык поликонъюгацияланган системаларга (1600 см^{-1}) жана алифатикалык алмаштыргычтарга (2920 см^{-1}) туура келген чоку аянттарына болгон катышы аркылуу жүргүзүлгөн. Алкил алмаштыргычтардын сиңирүү тилкелеринин оптикалык тыгыздыктарынын ароматикалык фрагменттерге болгон катышы акыркылардын көбүрөөк болгондугун көрсөттү (A_{2920}/A_{1600}). Ошол эле учурда гумин кислоталары гуминге караганда көбүрөөк алкил алмаштыргычтарды камтыйт. Күрөң көмүргө салыштыганда гумин кислоталары менен гуминде гидроксил топторунун (A_{3400}/A_{1600}) салыштырмалуу саны төмөн. Карбоксил топтору болсо гумин кислоталарында (A_{1720}/A_{1600}) гуминге жана көмүргө караганда алда канча көп. Ошондой эле 3.1-сүрөттөгү маалыматтардан гумин кислоталарында жана гуминде карбоксил топтору алкил алмаштыргычтардан үстөмдүк кылганы көрүнүп турат, A_{1720}/A_{2920} катышы эки үлгү үчүн тең бирден чоң. Көмүр үчүн, тескерисинче, A_{1720}/A_{2920} катышы бирден аз.

Жалпысынан Кара-Кече көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин ИК-спектрлери бир топ окшош деп айтууга болот. Гуминдик заттарга мүнөздүү негизги сиңирүү максимумдар бардык үлгүлөрдө кездешет. Айырмачылыктар негизинен бирдей эмес интенсивдүүлүктө, гумин кислоталарында кычкылтек камтыган топтордун, көмүрдө болсо алкил алмаштыргычтардын көбүрөөк болушунда байкалат. Гуминдин курамында ароматикалык үзүндүлөр көбүрөөк. Ошол эле учурда Кара-Кече көмүрүнүн, гумин кислоталарынын жана гуминдин спектрлериндеги сиңирүү тилкелеринин кеңейүүдөгү жана жылышындагы айырмачылыктар изилденүүчү объекттердин өздөрүнүн структуралык бирдиктериндеги ар кандай химиялык айлана-чөйрөлөрү менен да, алардын ортосунда молекулалар аралык өз ара аракеттешүүлөр менен да байланыштуу болушу мүмкүн.

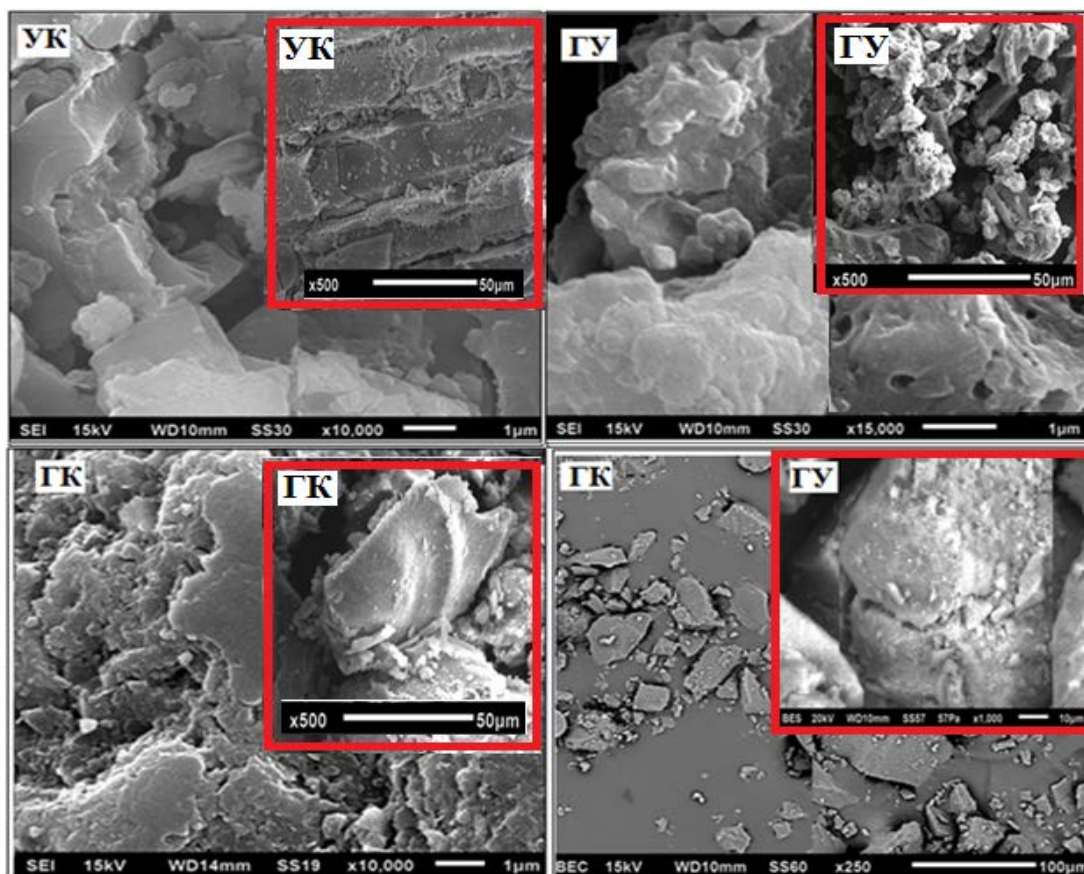
3.2 Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин беттик морфологиясы, энергодисперсиялык спектрлери, рентгенограммалары.

А) Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин растрдык электрондук микроскопиясы.

Кара-Кече көмүрүнүн аналитикалык үлгүсүнүн изилдөөсү экинчилик электрондордун детектору бар TESCANA VEGA 3 LMH микроскопунда жүргүзүлгөн. Гуминдин жана гумин кислоталарынын үлгүлөрүнүн беттик

морфологиясы JEOL JSM 6510 растрдык электрондук микроскопто экинчилик электрондордун детекторун (SEI) жана чагылдырылган электрондордун детекторун (BEC) да колдонуу менен изилденген. 3.2-сүрөттө Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин аналитикалык үлгүлөрүнүн ар кандай чоңойтуудагы сүрөттөрү көрсөтүлгөн. Көмүрдүн баштапкы үлгүсүнүн конгломераты пластинка сыяктуу түзүлүшкө ээ, ал эми аны түзүүчү бөлүкчөлөр үчүн жарым-жартылай - кырдуу структура байкалганы көрүнүп турат. Изилденип жаткан үлгүнүн бетин күчтүүрөөк чоңойтүүдө көмүрдүн начар өнүккөн көзөнөктүү бети бар экенин көрүүгө болот, натыйжада анын начар адсорбциялык касиеттеринин көрүнүшүн күтүүгө болот.

Гумин кислоталарынын бөлүкчөлөрү квазикристаллдык форма ээ. Алар 100 μm ашпаган ар кандай өлчөмдөгү бүртүкчөлөр. Гумин кислоталарынын бөлүкчөлөрүнүн бети жалпак, ал аркылуу көзөнөкчөлөр менен капиллярлар өтпөйт жана анда эч кандай бүдүрлөр жок.

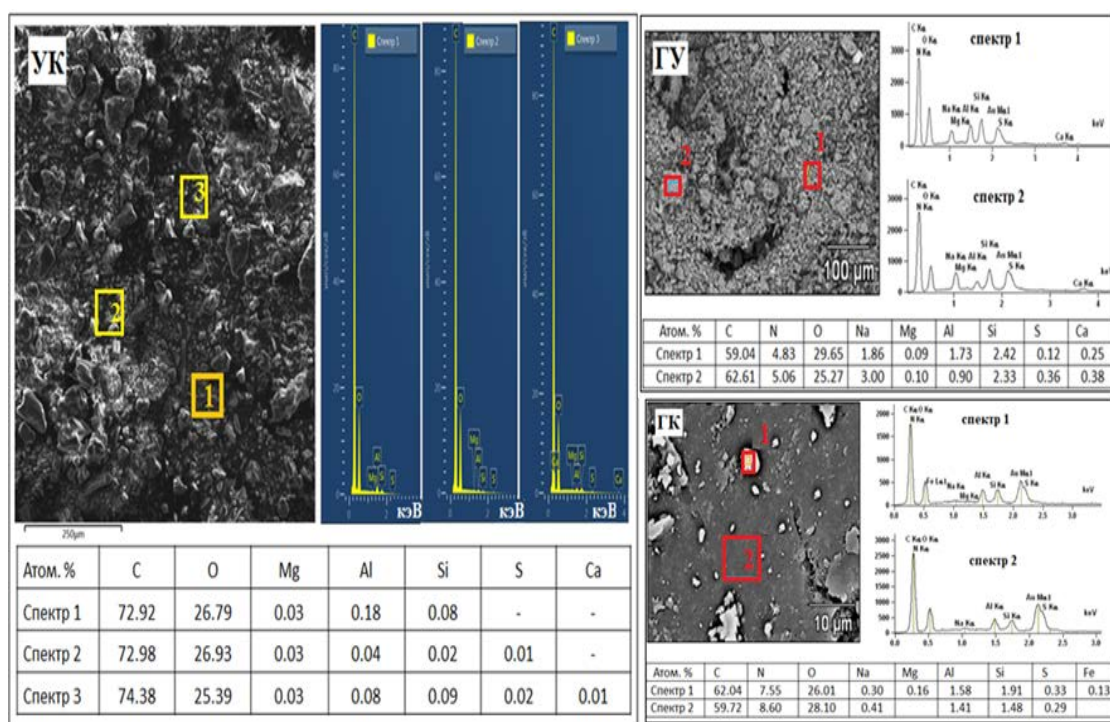


3.2-сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин бетинин ар кандай чоңойтуудагы сүрөттөрү

Гумин кислоталарынан айырмаланып, гумин белгилүү тартипте эмес, сынык өңдүү формадагы, өлчөмү 100 μm чейин болгон бөлүкчөлөр түрүндө көрсөтүлөт. Мындан тышкары, гуминде өнүккөн көзөнөктүү бети бар бөлүкчөлөр кездешет. Гуминдин айрым көзөнөкчөлөрүнүн максималдуу өлчөмү 200 нанометрге жетет. 3.2-сүрөттө ошондой эле Кара-Кече күрөң

көмүрүнөн бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин чагылдырылган электрондордун детекторун колдонуу менен тартылган сүрөттөрү көрсөтүлгөн. Гумин кислоталарынын жана гуминдин бети сейрек кездешүүчү майда жарык кошулмалар менен бир тектүү боз түстө экендигин, алар изилденген заттардын структурасында көбүрөөк кычкылданган фрагменттерди же күл элементтери көбөйгөн зоналарды түзөрүн көрүүгө болот. Ошентип, изилденип жаткан үлгүлөрдүн бетине баа берүүдөн, бир гана физикалык аспекти – беттик конфигурацияны эске алуу менен, адсорбциянын ар кандай механизмдерин күтүүгө болот, гумин кислоталары үчүн мономолекулалык адсорбциядан, гумин жана көмүр үчүн микрокөзөнөкчөлөрдүн көлөмдүү толтурулушуна чейин.

Б) *Кара-Кече көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин энергодисперсиялык спектрлери.* Гумин кислоталарынын жана гуминдин изилденген үлгүлөрүнүн берилген чекиттеринде жергиликтүү элементтик курамынын анализи JEOL JSM 6510 растрдык электрондук микроскопто жүргүзүлдү. Детектор катары NSS7 азоттук муздатуу менен энергодисперсиялык спектрометри (EDS) колдонулган. Кара-Кече көмүрүнүн үлгүсүндөгү ар кандай элементтердин жергиликтүү кармалышы X-ACT EDS анализаторунун жардамы менен TESCAN VEGA 3 LMH микроскопунда аныкталган.

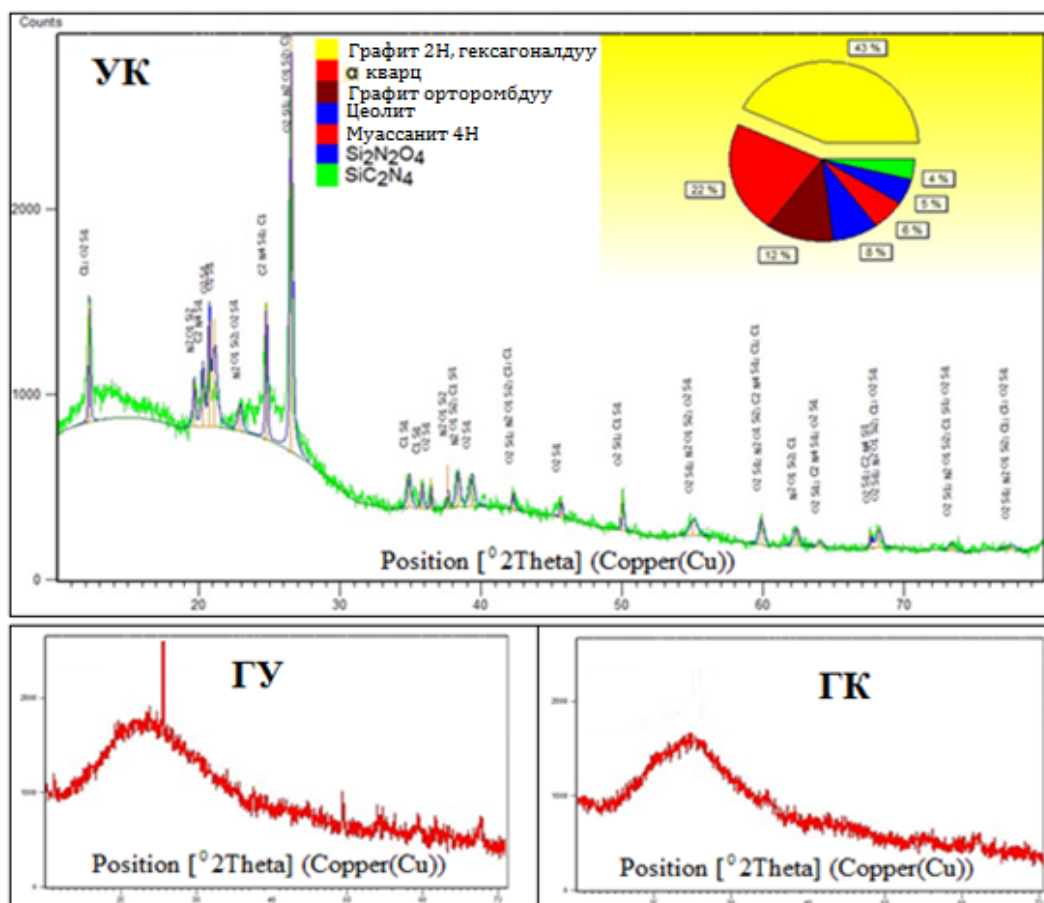


3.3- сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин бетинин берилген чекиттериндеги энергодисперсиялык спектрлери

Бардык үч үлгү үчүн жергиликтүү элементтик курамдын изилдөөсү беттеги морфологиялык жактан ар башка болгон бир нече чекитте

жүргүзүлгөн. Тандалган талапкерлер үчүн элементтердин салыштырмалуу саны боюнча маалыматтар, атомдук пайыз менен, 3.3-сүрөттө көрсөтүлгөн. Сүрөттөгү таблицалардан көрүнүп тургандай, көмүрдүн, гумин кислоталарынын жана гуминдин изилденген үлгүлөрүнүн бетинин ар кандай чекиттериндеги элементтердин саны бир топ айырмаланып турат. Алынган натыйжа табигый көмүртектик матрицалардын изилденген үлгүлөрү дисперстүү микрогетерогендүү супрамолекулалык системалар экенин көрсөтүп турат.

В) *Кара-Кече көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гуминдин жана гумин кислоталарынын күкүмдөрүнүн рентген-фазалык анализи.* Кара-Кече көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин күкүмдөрүнүн анализи жез $K\alpha$ -нурлануусунун $\lambda=0,154$ nm толкун узундугунда Panalytical X'Pert Pro (Philips) рентгендик дифрактометринде жүргүзүлгөн. Рентгенограммалар GIXD геометриясында 1° жана 5° та $20-80^\circ$ диапазонунда жазылган (кадамы 0.05° жана кадамга 2 сек убакыт).



3.4-сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гуминдин жана гумин кислоталарынын дифракциялык спектрлери

3.4-сүрөттө Кара-Кече күрөң көмүрүнүн минералдык курамынын диаграммасы келтирилген. Дифрактограмманын анализи жана талапкерлердин расмий PDF маалыматтар базасы боюнча туура келиши Кара-Кече күрөң көмүрүнүн үлгүсүндө графиттин ар кандай модификацияларынын,

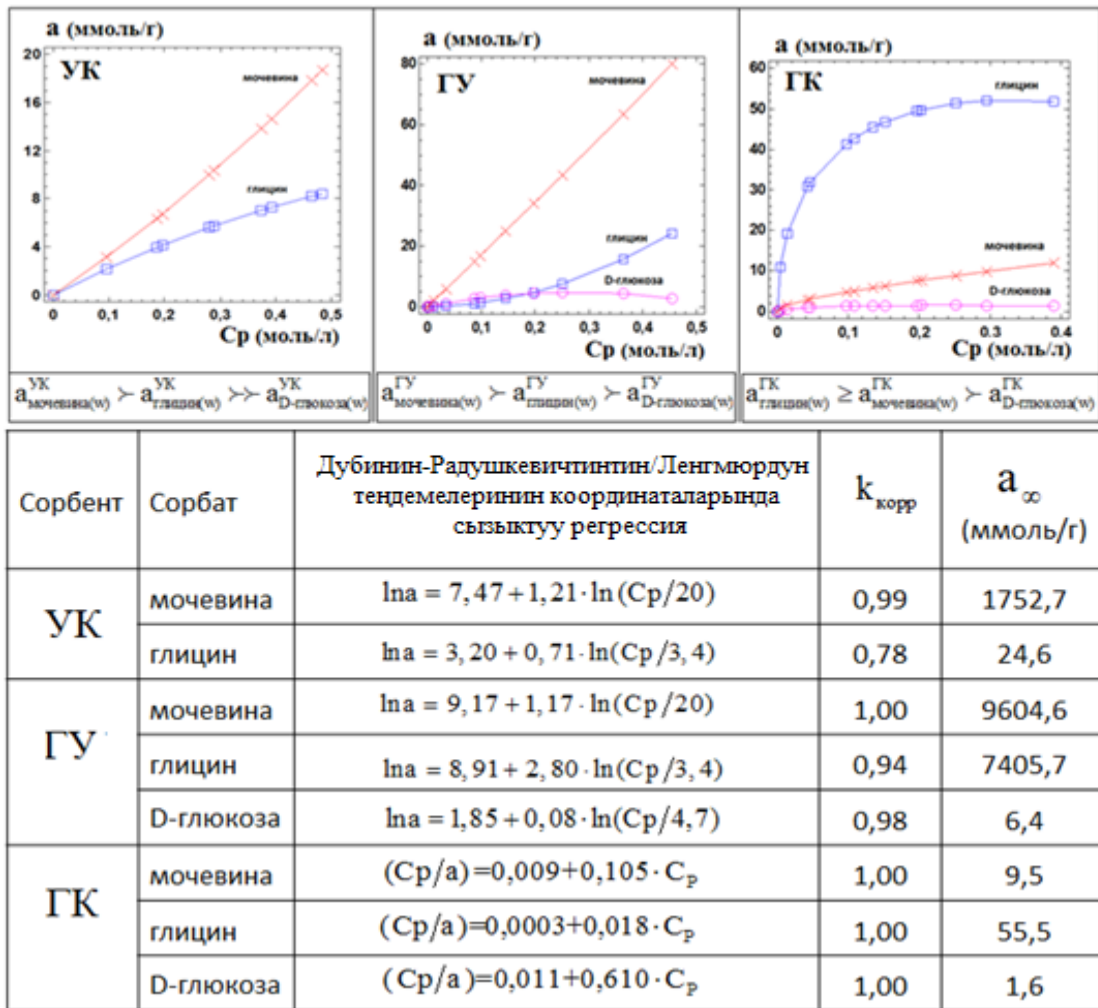
кремний диоксидинин (кварц), алюмосиликаттардын (цеолит), түрдүү карбиддердин, кремнийдин карбид-нитриддеринин жана нитрид-оксиддеринин бар экендигин көрсөттү. Сүрөттө ошондой эле гуминдин жана гумин кислоталарынын рентгенограммалары аморфтук материалдарга мүнөздүү болгон кең сызык (гало) түрүнө ээ экени көрүнүп турат. Бирок гуминдин (көмүрдүн калдыгы) үлгүлөрүндө чокулардын болушу аларда Кара-Кече күрөң көмүрүнө окшош структуралык түзүлүштөрдүн бар экендигин күбөлөндүрөт.

3.3 Кара-Кече көмүрүндө, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин адсорбцияланышы.

Адсорбцияны изилдөөлөрдө бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 60 меш (0,25 мм) ашпаган көмүртектик сорбенттер колдонулган. Адсорбаттар катары суудагы эритмелерде идеалдуулуктан ар кандай түрдөгү четтөөлөр менен мүнөздөлгөн мочевина, глицин, D-глюкоза тандалып алынган. Суудагы эритмелердеги глициндин концентрацияларын аныктоо үчүн электр өткөрүмдүүлүк жана суюктук хроматография методдору колдонулган. Суудагы эритмелердеги D-глюкозанын концентрациясын аныктоо үчүн поляриметриялык метод колдонулган. Суудагы эритмелердеги мочевианын концентрациясы JASCO-HPLC жогорку натыйжалуу суюктук хроматографта хроматографиялык жол менен аныкталган.

Изотермиялык адсорбциянын эксперименттик маалыматтары жана алардын визуалдаштыруусу 3.5-сүрөттө берилген. Кара-Кече күрөң көмүрүнүндө, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде суудагы эритмелерден мочевианын, глициндин, D-глюкозанын адсорбцияланышы боюнча катарлар да берилген. Алынган эксперименттик маалыматтар каралып жаткан бардык учурларда гумин кислоталарына жана Кара-Кече көмүрүнө салыштырмалуу гумин изилденген төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелерге карата эң жогорку адсорбциялык касиетке ээ экендигин көрсөттү. Ошол эле учурда Кара-Кече көмүрүндө суудагы эритмеден D-глюкозанын адсорбциясы дээрлик байкалбай калган.

Изилденип жаткан системалардагы адсорбциянын мүмкүн болгон механизмдерин баалоо үчүн, 3.5-сүрөттөгү маалыматтар Ленгмюрдун жана Дубинин-Радускевичтин теңдемелеринин жардамы менен мономолекулалык адсорбция жөнүндөгү ойлордун алкагында да, сорбенттин микрокөзөнөкчөлөрүнүн көлөмдүү толтурулушу жагынан да каралган. Эсептөөлөрдүн натыйжалары 3.5-сүрөттө таблицада көрсөтүлгөн. Кара-Кече көмүрүндө, андан бөлүнүп алынган гуминде суудагы эритмелерден изилденүүчү органикалык бирикмелердин адсорбцияланышы боюнча эксперименттик маалыматтардын жогорку корреляция коэффициенттери менен сызыктуулугу Дубинин-Радускевичтин теңдемесинин координаталарында камсыздалганын таблицадан көрүүгө болот, ал эми гумин кислоталары үчүн – Ленгмюрдун теңдемесинин координаталарында.

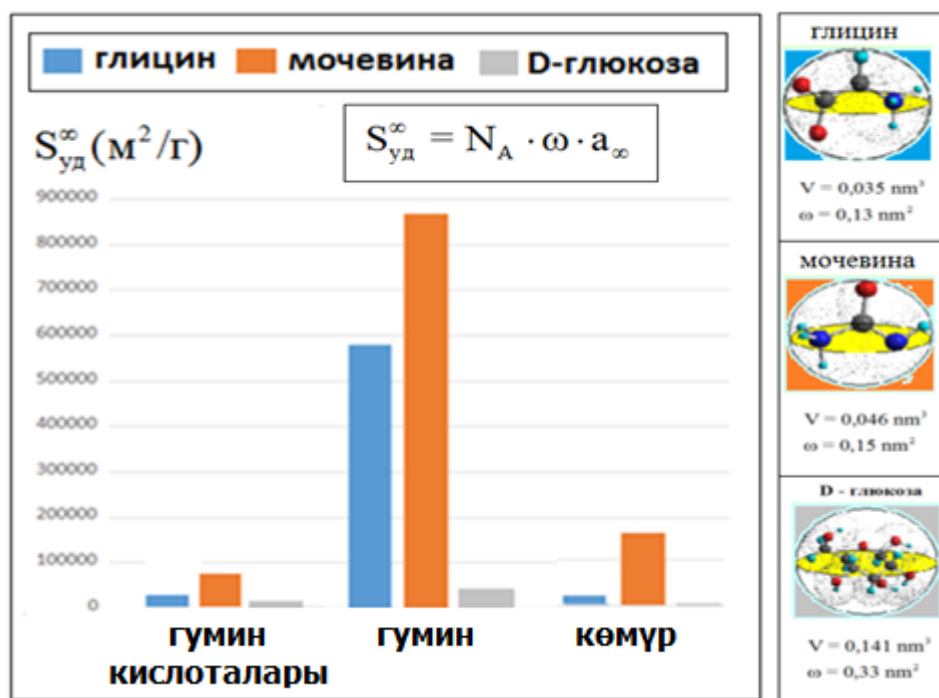


3.5-сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүндө, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде суудагы эритмелерден мочевианын, глициндин, D-глюкозанын 298 К адсорбциясынын изотермалары

Алынган натыйжа гуминде жана Кара-Кече көмүрүндө суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин изилденүүчү сорбенттердин көмүртектик матрицаларынын, негизинен, бүдүрлөрүндө жана көзөнөкчөлөрүндө адсорбцияланышын болжолдоого мүмкүндүк берет. Гумин кислоталарында, тескерисинче, каралып жаткан сорбаттардын байланышы, негизинен, анын беттик реакциялык борборлорунда камсыз кылынат. Албетте, мочевианын, глициндин, D-глюкозанын суудагы эритмелеринен күрөң көмүрдө, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде адсорбцияланышы бир катар күчтөр, анын ичинде сорбаттын молекулаларынын изилденген сорбенттердин көмүртектик матрицасынын функционалдык топтору менен физикалык жана химиялык өз ара аракеттенүүсү менен шартталган.

Кара-Кече күрөң көмүрүндөгү, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарындагы жана гуминдеги суудагы эритмелерден мочевианын, глициндин, D-глюкозанын чектүү адсорбцияларынын алынган маанилери бул көмүртектик сорбенттердин салыштырма аянтын баалоо үчүн колдонулган.

Бул үчүн химиялык офистин 3D форматындагы демонстративдик версиясын колдонуу менен катуу заттын бетинде сорбаттын молекулалары ээлеген аянты эсептелген. Эсептөө натыйжалары 3.6-сүрөттө келтирилген.



3.6-сүрөт – Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин бетинин глицин, мочеви́на жана D-глюкоза боюнча аныкталган салыштырма аянты

3.6-сүрөттөгү гистограммадан гуминдин гумин кислоталарына жана Кара-Кече көмүрүнө салыштырмалуу эң жогорку чектүү салыштырма беттик аянтына ээ экендиги көрүнөт. Алынган натыйжа гуминдин морфологиялык изилдөөлөрү менен белгиленген өнүккөн көзөнөктүү түзүлүшү менен шартталганы анык.

Ошентип, изилденген көмүртектик матрицалардын ичинен Кара-Кече көмүрүнөн алынган гумин суудагы эритмелеринен мочеви́нанын, глициндин жана D-глюкозанын эң эффективдүү сорбенти болуп саналат.

3.4 Гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктеринин төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги тандалма сольватациясынын эффекттери.

Гумин кислоталары – химиялык формуласы жок, стехиометриялык эмес курамы менен, иретсиз түзүлүшү жана полидисперстүүлүгү менен мүнөздөлгөн катуу аморфтук зат. Мындай объекттердин сүрөттөлүшү, алардын мүнөздөмөсү гумин кислоталарынын молекулалык агрегатынын же дисперстүү бөлүкчөсүнүн химиялык потенциалын колдонуу менен байланышкан (супрамолекулалык химиялык потенциал, А.И. Русанов). Мында гумин кислоталары, мисалы, бир түрдөгү n структуралык бирдиктерди камтыган бир чоң жана татаал супрамолекула катары каралат.

Статистикалык физика боюнча (Ф.М. Куни) супрамолекуланын структуралык бирдигинин химиялык потенциалынын туюнтмасы (μ_j) кадимки химиялык потенциалга окшошуп жазылат:

$$\mu_j = g_j^0 + w_j + kT \cdot \ln(a_j \cdot \lambda_j^3) \quad (1),$$

(1)-теңдемеде w_j жумушу супрамолекуланын структуралык бирдигинин чөйрөнүн (эриткичтин) молекулалары менен өз ара аракеттенүүсү менен байланышкан. Бул жумуш көп учурда "чөйрөнүн эффекти" деп аталат жана $kT \cdot \ln Y_j^0 \equiv w_j$ деп белгиленет, мында Y_j^0 - супрамолекуланын структуралык бирдигинин активдүүлүгүнүн нөлдүк коэффициенти.

Катуу заттар үчүн химиялык потенциалдын $\mu_{j(nn)}$ векторунун нормалдуу түзүүчүсү практикалык мааниге ээ. Супрамолекуланын беттик катмарындагы катуу компоненти менен жанаша болгон флюиддик фазанын ортосундагы материалдык тең салмактуулук шартында төмөнкүлөр жарактуу:

$$\mu_{j(nn)} = \mu_j \quad (2),$$

мында μ_j - жанаша жайгашкан флюиддик фазадагы супрамолекуланын структуралык бирдигинин химиялык потенциалы.

Берилген курамдагы каныккан суу-органикалык эритмесинде гумин кислоталарынын супермолекуласынын структуралык бирдигинин супрамолекулалык химиялык потенциалы үчүн (1) жана (2)-теңдемелерди колдонуу менен төмөнкүнү алууга болот:

$$\lg Y_{gk}^0 = \lg \frac{C_{gk}^{nac}(w)}{C_{gk}^{nac}(s)} \quad (3)$$

мында $C_{gk}^{nac}(w)$ - гумин кислоталары менен каныккан суудагы эритменин концентрациясы; $C_{gk}^{nac}(s)$ - гумин кислоталары менен каныккан берилген курамдагы суу-органикалык эритменин концентрациясы; Y_{gk}^0 - таза суу эритмесинде бирдикке чейин нормалдаштырылган, берилген курамдагы суу-органикалык эритмедеги гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин активдүүлүгүнүн нөлдүк коэффициенти; $\{Y_{gk}^0(\text{вода})=1\}$.

Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин тандалма сольватациясынын термодинамикалык сүрөттөөсү Гиббстин салыштырма беттик ашыктыгына окшош болгон "сольватациялык ашыктык" функциясын колдонуу менен «чөйрөнүн эффекттерин» (3)-теңдеме боюнча эксперименталдык аныктоо менен байланышкан. Ошол эле учурда болжолдонгон реакциялары гомо- жана гетероассоциация реакциялар болгон электролит эместердин эритмелери үчүн А.А. Пендин тарабынан базалык катыш негизделген, ал "чөйрөнүн эффекттери" менен сольватациялык ашыктыктын маанилеринин ортосундагы байланышты белгилейт:

$$\left(\frac{d \lg Y_{gk}^0}{d \lg a_s} \right)_{T,P,a_{Ggk}} = - \Gamma_{s(w)}^{gk} \quad (4),$$

мында $\Gamma_{s(w)}^{gk}$ - гумин кислоталарынын (ГК) супрамолекуласынын структуралык бирдигинин сольваттык чөйрөсүндө органикалык компоненттин (s) суудан (w) сольватациялык ашыктыгы.

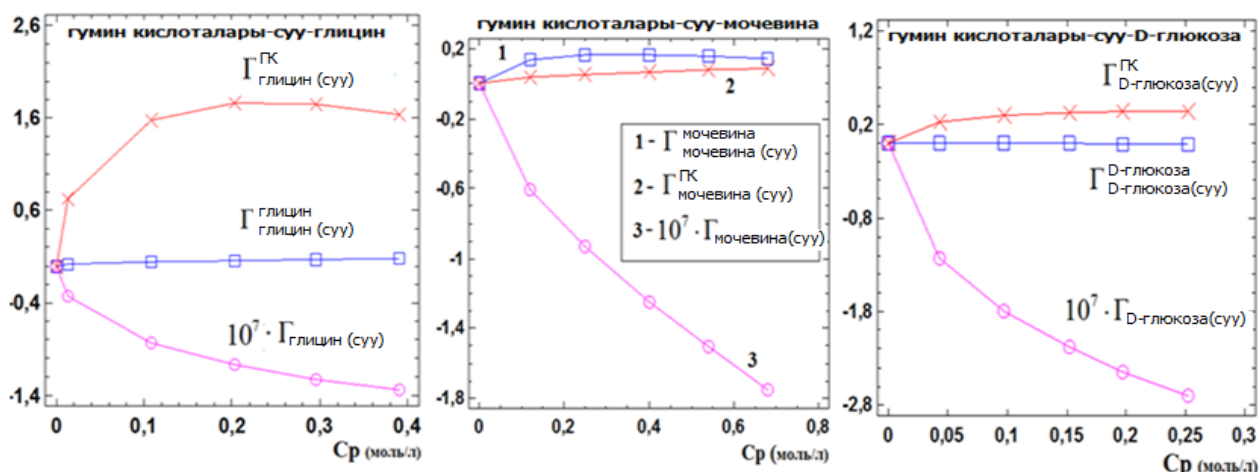
Суунун бөлүкчөлөрүнөн (w) жана органикалык компоненттен (s) турган кандайдыр бир туруктуу эки компоненттүү система үчүн (4)-базалык катышы төмөнкү түргө келерин эске алабыз:

$$\left(\frac{d \lg y_w}{d \lg a_w} \right)_{T,P} = \Gamma_{w(s)}^w = \Gamma_{s(w)}^s \quad (5)$$

(5)-теңдеме мочевинын, глициндин жана D-глюкозанын суудагы эритмелеринде автоашыктыктарды ($\Gamma_{w(s)}^w = \Gamma_{s(w)}^s$) эсептөө үчүн колдонулган. D-глюкозанын, мочевинын, глициндин суудагы эритмелериндеги Кара-Кече көмүрүнөн алынган гумин кислоталарынын эригичтиги тууралуу маалыматтар изилденген курамдагы суу-органикалык эриткичтерде гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин «чөйрөнүн эффекттерин» ($\lg Y_{gk}^0$) (3)-теңдеме боюнча эсептөөгө мүмкүндүк берди. Алынган чоңдуктар берилген ажыратуу даражасындагы полиномдор менен сүрөттөлгөн. Аларды аналитикалык дифференциациялоо жолу менен, (4)-теңдемеге ылайык, төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктериндеги сольватациялык ашыктыктары эсептелген.

Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин гумин кислоталары менен каныккан суудагы эритмелериндеги тандалма сольватациянын эффекттеринин мүнөздөмөсүн толуктоо үчүн сольватациялык ашыктыктардын, автоашыктыктардын чоңдуктары ($\Gamma_{s(w)}^{gk}$), ($\Gamma_{s(w)}^s, \Gamma_{w(s)}^w$) менен бирге, буу фазасы менен мочевины, глицин, D-глюкозанын суудагы эритмелеринин чегинде Гиббстин салыштырма беттик ашыктыктардын ($\Gamma_{s(w)}$) маанилери эсептелген. Бардык эсептөөлөрдүн натыйжалары 3.7-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Глицин менен мочевинын суудагы эритмелериндеги автоашыктыктар оң, ал эми D-глюкозанын суудагы эритмелеринде терс чоңдугун сүрөттөн көрүүгө болот. Бул глициндин, ошондой эле мочевинын суудагы эритмелериндеги гомоассоциациясын жана моносахариддин суу менен гетероассоциациясын көрсөтөт.



3.7-сүрөт - Гумин кислоталарынын суу-органикалык эритмелерде 298 К беттик жана сольватациялык ашыктыктары

Глицин, мочеви́на, D-глюкоза үчүн суудагы эритмелеринде Гиббстин салыштырма беттик ашыктыктардын терс маанилери аларды суюктук-буу чегиндеги беттик активдүү эмес төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелер катары мүнөздөйт. Ошол эле учурда 3.3-параграфта көрсөтүлгөндөй, глицин, мочеви́на, D-глюкоза тиешелүү суу эритмелеринде гумин кислоталарынын катуу дисперстүү бөлүкчөлөрү менен чектеш жерде адсорбциялык активдүү болушат.

Ошондой эле 3.7-сүрөттө суюк фазадагы гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктериндеги D-глюкозанын, мочеви́нанын жана глицидин суудан сольватациялык ашыктыгы оң мааниге ээ болгону көрүнүп турат. Бул суюктук-буу чегиндеги эритменин беттик-активдүү эмес суу эмес компоненти суюк фазанын көлөмүндө локалдаштырылган гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин чөйрөсүндө сольват-активдүү болуп калат дегенди билдирет. Ошентип, багытталган молекулалар аралык өз ара аракеттешүүлөрдүн натыйжасында суюк фазанын көлөмүндө жайгашкан гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин эң жакын болгон чөйрөсүндөгү бинардык эриткичтин гомо- же гетероассоциаттары түрүндөгү суу эмес локалдык микрогетерогендиктеринин топтолушу пайда болот.

Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктеринин өлчөмдүү баасын берүү кызыгууну жаратат. Бул үчүн эритмедеги гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин сольваттык чөйрөсүн түзүү процесси эки этап түрүндө көрсөтүлүшү керек.

Биринчи этап. Глицидин, мочеви́нанын, D-глюкозанын берилген курамда суудагы эритмелеринин гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин өлчөмүнө туура келген өлчөмдөгү көндөйдүн пайда болушу. Албетте, бул учурда суу-органикалык

эритменин капталында беттик-активдүү катмар пайда болот, анда (6)-теңдемеге ылайык, көңдөйдүн беттик бирдигине беттик-активдүү эриткичтин ашыктыгы пайда болот:

$$\Gamma_{s(w)}^{\Pi}(r_{ГК}) = 4\pi r_{ГК}^2 \cdot N_A \cdot \Gamma_{s(w)} \quad (6)$$

Экинчи этап. Гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигин көңдөйгө жайгаштыралы жана анын эриткичтин бөлүкчөлөрү менен молекулалар аралык өз ара аракеттенүүсүн «жандыралы». Бул гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиги ээлеген көңдөйдүн сольватациялык чөйрөсүнүн курамынын өзгөрүшүнө алып келет жана анын сольватациялык ашыктыгы төмөнкү түргө келет:

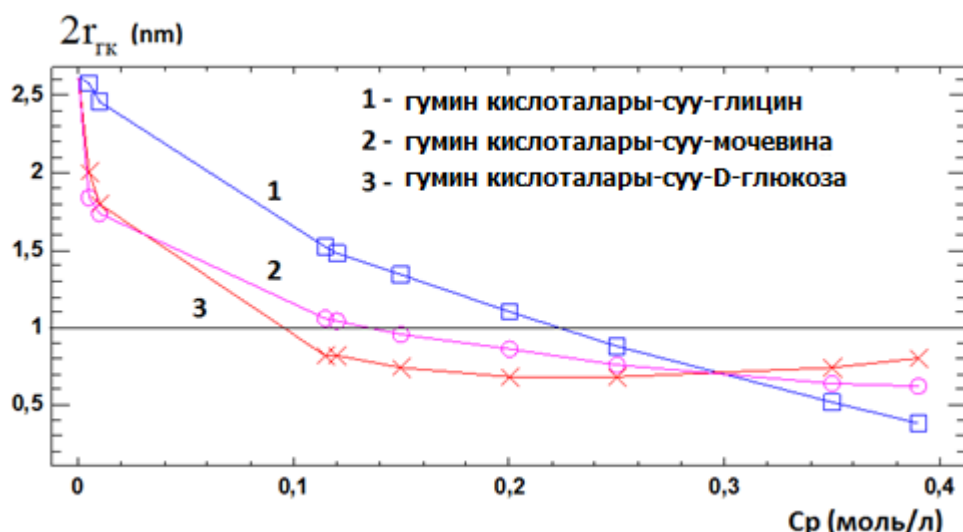
$$\Gamma_{s(w)}^{ГК} = 4\pi r_{ГК}^2 \cdot N_A \cdot \Gamma_{s(w)} + \Delta\Gamma_{s(w)}^{ГК} \quad (7)$$

мында $\Delta_2\Gamma_{s(w)}^{ГК}$ - тиешелүүлүгүнө жараша глициндин, мочевианын, D-глюкозанын суудагы эритмесинин бөлүкчөлөрү менен гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин молекулалар аралык өз ара аракеттенүүсүн "киргизүү" үчүн оңдоо.

(7)-теңдеме глициндин, мочевианын, D-глюкозанын суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин сольватациялык ашыктыктарынын суу-органикалык эритме – буу чегиндеги Гиббстин беттик ашыктыктары менен феноменологиялык байланышын белгилейт. Бул теңдемеде молекулалар аралык өз ара аракеттешүүлөрдүн сольватациялык ашыктыктардын маанилерине кошкон салымы алардын чектүү маанилери $\Delta\Gamma_{s(w)}^{ГК} \cong \Gamma_{s(w)}^{ГК}(\infty)$ боюнча бааланган. Акыркылар сольватациялык ашыктыктардын метрикасында жазылган сызыктуу Ленгмюрдун теңдемесин колдонуу менен графиктик түрдө табылды. Ошентип, (7)-теңдемеден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин берилген курамындагы суудагы эритмелеринде гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин радиусунун туюнтмасын алууга болот:

$$r_{ГК} = \sqrt{\frac{\Gamma_{s(w)}^{ГК} - \Gamma_{s(w)}^{ГК}(\infty)}{4\pi \cdot N_A \cdot \Gamma_{s(w)}}} \quad (8)$$

(8)-теңдеме боюнча жүргүзүлгөн эсептөөлөр беттик жана сольватациялык ашыктыктардын эксперименталдуу аныкталган маанилеринин жыйындысын колдонуу менен 3.7-сүрөттө көрсөтүлгөн. Суюк фазада сольватациялык ашыктык пайда болуу этаптарын сүрөттөп жатканда, берилген курамдагы төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелеринин көлөмүндөгү гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин өлчөмдөрү диаметри $2r_{ГК}$ болгон сфера катары баалана тургандыгын белгилей кетүү керек.



3.8-сүрөт - Гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин радиустарынын суудагы эритмелердеги төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин тең салмактуулук концентрацияларына көз карандылыгы

Алынган натыйжалар глициндин, мочевинын, D-глюкозанын суудагы эритмелерин гумин кислоталары менен каныктырганда, бинардык эритменин курамына жараша, гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктери дисперсиялык суу чөйрөдө бинардык эриткичтин органикалык компоненти менен стабилдештирилген наноөлчөмдүү дисперстүү системалар да, чыныгы эритмелер да пайда болорун көрсөтөт.

КОРУТУНДУ

1. Алдын ала аныкталган техникалык мүнөздөмөлөрү бар Кара-Кече күрөң көмүрүн щелочтук экстракциялоо жол менен гумин кислоталары жана гумин (калдык көмүр) бөлүнүп алынган. Бардык үлгүлөрдүн күлдүүлүгү жана нымдуулугу аныкталган, элементтик анализи жүргүзүлгөн. Ван-Кревелендин диаграммаларын колдонуу менен классификациялык өзгөчөлүктөрү боюнча Кара-Кече көмүрүнөн алынган гумин кислоталары күрөң көмүрдөн жана кара топурактан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын классына кирери көрсөтүлгөн.

2. Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин үлгүлөрү үчүн ИК-Фурье спектроскопиясынын маалыматтары боюнча салыштырма функционалдык анализ жүргүзүлгөн. Жалпысынан Кара-Кече көмүрүнүн, гумин кислоталарынын жана гуминдин ИК-спектрлери бир топ окшош деп айтууга болот. Гуминдик заттар үчүн негизги мүнөздүү сиңирүү максимумдар бардык үлгүлөрдө кездешет. Айырмачылыктар негизинен бирдей эмес интенсивдүүлүктө, гумин кислоталарында кычкылтек камтыган топтордун, көмүрдө болсо алкил алмаштыргычтардын көбүрөөк болушунда байкалат. Гуминдин курамында көбүрөөк ароматикалык үзүндүлөр байкалат.

3. Растрдык электрондук микроскопиянын методдору менен көмүрдүн үлгүсү пластинка сыяктуу түзүлүшкө, начар өнүккөн көзөнөктүү бетке ээ болгондугу көрсөтүлгөн. Гумин кислоталарынын бөлүкчөлөрү квазикристаллдык формадагы ар кандай өлчөмдөгү бүртүкчөлөр түрүндө болот. Гумин кислоталарынын бөлүкчөлөрүнүн бети жалпак, ал аркылуу көзөнөкчөлөр менен капиллярлар өтпөйт жана анда эч кандай бүдүрлөр жок. Гумин кислоталарынан айырмаланып, гумин белгилүү тартипте эмес, сынык өңдүү формадагы, өнүккөн көзөнөктүү бети бар бөлүкчөлөр түрүндө көрсөтүлөт. Гуминдин айрым көзөнөкчөлөрүнүн максималдуу өлчөмү 200 нанометрге жетет. Энергодисперсиялык анализ көмүрдүн, гумин кислоталарынын жана гуминдин изилденүүчү үлгүлөрүнүн бетинин ар кандай чекиттериндеги элементтердин саны бир топ айырмаланып турганын көрсөттү. Ошентип, каралып жаткан табигый көмүртектик матрицалар химиялык жактан бир тектүү эмес супрамолекулалык системалар болот. Рентген-фазалык анализдин натыйжаларынан үлгүлөрдүн рентгенограммалары аморфтук материалдарга мүнөздүү кең сызык (гало) түрүнө ээ болгону көрүнүп турат. Бирок гуминдин жана Кара-Кече күрөң көмүрүнүн үлгүлөрүндө чокулардын болушу аларда структуралык түзүлүштөрдүн бар экендигин көрсөтүп турат.

4. Кара-Кече көмүрүндө жана андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарында жана гуминде суудагы эритмелерден төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин изотермиялык адсорбциясы изилденген. Гуминде жана Кара-Кече күрөң көмүрүндө суудагы эритмелерден мочеви́на, глицин, D-глюкоза менен, негизинен, сорбенттердин микрокөзөнөкчөлөрү көлөмдүү толтурулганы аныкталган. Кара-Кече көмүрүнүн гумин кислоталарында изилденген адсорбаттардын суудагы эритмелеринен беттик адсорбциясы жүрөт. Гумин өзүнүн көзөнөктүүлүгүнөн улам, изилденген төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелеринен эң эффективдүү сорбенти болуп саналат деп көрсөтүлгөн. Кара-Кече көмүрүнүн гумин кислоталарынын төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги эригичтигинин жыйынтыгы боюнча суюк фазада жайгашкан гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктериндеги мочеви́нанын, глициндин, D-глюкозанын суудан оң сольватациялык ашыктыктары аныкталган. Сольватациялык ашыктыктар менен Гиббстин салыштырма беттик ашыктыктардын ортосундагы феноменологиялык байланыштын негизинде төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин изилденген суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдигинин өлчөмдүү баасы берилди. Гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктери менен каныктырганда дисперстик системалар же чыныгы эритмелер пайда боло турган суу-органикалык суюк фазалардын курамдары аныкталды.

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР

Изилдөөнүн натыйжалары Кыргызстандын көмүртектик чийки затынын экинчилик булактарын сарамжалдуу пайдаланууну, Кара-Кеченин жогорку күлдүү, орточо калориялуу күрөң көмүрүн отун катары эмес колдонуунун мүмкүн болгон жолдорунун бирин көрсөтөт.

Изилденген көмүртек матрицаларынын ичинен суудагы эритмелерди органикалык кошулма заттардан тазалоо үчүн эң эффективдүү сорбент катары Кара-Кече күрөң көмүрүнөн алынган гумин сунушталды.

Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги гумин кислоталарынын супрамолекулаларынын структуралык бирдиктеринин өлчөмдүк эффектин баалоо экологиялык маселелерди чечүүдө колдонулушу мүмкүн.

Теориялык материалды, эксперименттик изилдөө ыкмаларын, алгачкы эксперименттик маалыматтардын жыйындысын Ж. Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университетинин ЮНЕСКОнун физикалык жана коллоиддик химия кафедрасынын магистратура деңгээлинин студенттерине практикалык сабактарды өткөрүүдө колдонуу сунушталат.

БАСЫЛЫП ЧЫККАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ:

- 1. Харченко, А.В.** Применение метода электропроводности для оценки чистоты гуминовой кислоты из угля Кара-Кече [Текст] / А.В. Харченко // Вестник Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына. – 2010. – Серия 3. – Вып.1 (12). – С. 108-110. https://drive.google.com/file/d/1xzPgzy0G-CZWCFjX_T1-zYYe_VlvFI3O/view?usp=drive_link.
- 2. Karabaev, S.** Solvation excesses of humic acid in water solutions of urea [Text] / S. Karabaev, I. Gainullina, A. Harchenko, M. Satarova, S. Lugovskoy, A. Pendin // Proceedings of the Sixth International Conference on Mathematical Modeling and Computer Simulations of Materials Technologies. – Ariel, Israel, Ariel University Center of Samaria. – 2010. – P. I.11-I.17. https://www.ariel.ac.il/sites/conf/mmt/mmt-2010/Service_files/pages/auth_ind.htm.
- 3. Карабаев, С.О.** Техническая характеристика угля Кара-Кече [Текст] / С.О. Карабаев, И.М. Локшина, И.П. Гайнуллина, З.Р. Мусабекова, Б.А. Масырова, А.В. Харченко // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2010. – Т.10. – №10. – С. 158-160. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21788816>.
- 4. Карабаев, С.О.** Выделение и анализ гуминовой кислоты из угля Кара-Кече [Текст] / С.О. Карабаев, И.М. Локшина, И.П. Гайнуллина, З.Р. Мусабекова, Б.А. Масырова, А.В. Харченко // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2010. – Т.10. – №10. – С. 161-164. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21788817>.

- 5. Pendin, A.** Solvation excesses in the water solutions of D-glucose, saturated by humic acid [Text] / S. Karabaev, I. Gainullina, A. Kharchenko, S. Lugovskoy, N. Gridasova // Proceedings of the tenth Israeli-Russian Bi-National Workshop The optimization of the composition, structure and properties of metals, oxides, composites, nano- and amorphous materials. – Jerusalem, Israel. – 2011. – P. 185-191. <https://www.ariel.ac.il/sites/conf/mmt/ws2011/service%20files/papers/185-191.pdf>.
- 6. Харченко, А.В.** Гуминовая кислота, гумин угля Кара-Кече: морфология поверхности, физико-химическая характеристика [Текст] / А.В. Харченко, С.О. Карабаев, В.П. Макаров, И.М. Локшина, И.П. Гайнуллина, Р.Э. Алакенова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2012. – Т.12. – №5. – С. 174-177. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18001034>.
- 7. Karabaev, S.** Solvation Excess of Urea over Water in Humic Acid in Three-Component Solutions Saturated with the Biopolymer [Text] / S. Karabaev, I. Gainullina, A. Kharchenko, M. Satarova, S. Lugovskoy, A. Pendin // J. Solution Chem. – 2012. – Vol.41. – №6. – P. 1013 – 1019. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23985459>.
- 8. Карабаев, С.О.** Адсорбция из водных растворов низкомолекулярных органических лигандов на гуминовой кислоте угля Кара-Кече [Текст] / С.О. Карабаев, И.П. Гайнуллина, А.В. Харченко // Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета. – 2012. – Т.12. – №11. – 7 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18807505>.
- 9. Lugovskoy, S.** Morphology of surface, adsorption properties of humic acid and humine from brown coals [Text] / S. Lugovskoy, I. Gainullina, I. Lokshina, A. Kharchenko, S. Karabaev // Proceedings of 7th International Conference on Material Technologies and Modeling. – Ariel, Israel, Ariel University Center of Samaria. – 2012. – P. 54-61. <https://www.ariel.ac.il/sites/conf/mmt/mmt-2012/Service%20files/papers/1-54-61.pdf>.
- 10. Karabaev, S.** Physico-chemical characteristic of source and mechanochemical dispersed samples of humic acid and humine of brown coal [Text] / S. Karabaev, A. Kharchenko, I. Lokshina, I. Gainullina, D. Alasheva, A. Akmatallieva, S. Lugovskoy, A. Pendin // Proceedings of the twelfth Russian - Israeli Bi-National workshop The optimization of the composition, structure and properties of metals, oxides, composites, nano- and amorphous materials. – Jerusalem, Israel. – 2013. – P. 117-121. <https://www.ariel.ac.il/sites/conf/mmt/ws2013/Service%20files/papers/122-130.pdf>.
- 11. Karabaev, S.** Physical and chemical characterization of raw and mechanochemically treated Humine and Humic acid from brown coals [Text] / S. Karabaev, A. Kharchenko, I. Lokshina, I. Gainullina, A. Dzhunushalieva, S. Lugovskoy, A. Pendin // Defect and Diffusion Forum. – 2015. – Vol. 364. P. 18-26. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27018873>.

- 12.** Пат. 1807 Кыргызская Республика, МПК C02F1 1/28 (2015/1). Способ очистки водных растворов от органических примесей и ионов тяжелых металлов [Текст] / С.О. Карабаев, И.М. Локшина, И.П. Гайнуллина, А.К. Джунушалиева, Е.С. Андреева, А.В. Харченко; Бишкек. Кыргызско-Российский Славянский университет. – № 20140121.1; заявл. 11.11.14, опубл. 31.12.15. Интеллектуальная собственность. Официальный бюллетень № 12(200). – с. 9. <https://drive.google.com/file/d/1-3u6NnemNwa5aISQHKTDIEssHafp6ERM/view>.
- 13.** Karabaev, S. Ash of Kara-Kече coal: extraction, characterization of adsorption properties [Text] / S. Karabaev, I. Gainullina, A. Kharchenko, I. Lokshina, S. Lugovskoy // Proceedings of the Ninth International Conference on Material Technologies and Modeling. – Ariel, Israel. – 2016. – P. 65-73. <https://www.ariel.ac.il/sites/conf/mmt/mmt-2016/Service%20files/pages/contents.htm>.
- 14.** Карабаев, С.О. Адсорбция органических красителей на золе и угле Кара-Кече [Текст] / С.О. Карабаев, А.В. Харченко, М.Ж. Жоробекова, Б.К. Сарымзакова // Вестник Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына. – 2016. – №3 – С. 29-37. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27370027>.
- 15.** Карабаев, С.О. Сопоставительная характеристика твердых продуктов неполного сгорания бурого угля Кара-Кече [Текст] / С.О. Карабаев, И.М. Локшина, А.В. Харченко, Д.А. Субанкулова, А.В. Токарев, В.П. Макаров // Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета. – 2017. – Т.17. – №12. – С. 157-161. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32545406>.
- 16.** Карабаев, С.О. Избирательная сольватация структурных единиц надмолекулы гуминовых кислот в водных растворах низкомолекулярных органических соединений [Текст] / С.О. Карабаев, А.В. Харченко, И.П. Гайнуллина // Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета. – 2023. – Т.23. – №8. – С. 40-46. <https://elibrary.ru/item.asp?id=54674091>.

Харченко Александр Владимировичтин

«Күрөң көмүрдөн алынган гумин кислоталары, гумин: бөлүп алуу, анализдөө, суу-органикалык эритмелерде беттик жана сольватациялык касиеттерин изилдөө» темасындагы 02.00.04 – физикалык химия адистиги боюнча химия илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын

КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: Күрөң көмүр, гумин кислоталары, гумин, адсорбция, сольватациялык ашыктык, мочеви́на, глицин, D-глюкоза, өлчөмдүү эффект.

Изилдөө объектилери: Гетерогендик системалар, алардын ичинде катуу фазадагы табигый көмүртектик матрицалар жана суюк фазада идеалдуулуктан оң жана терс четтөөлөрү бар төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелери.

Иштин максаты: Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын жана гуминдин төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин суудагы эритмелериндеги беттик жана сольватациялык касиеттерин изилдөө.

Изилдөө методдору: ИК-спектроскопия, растрдык электрондук микроскопия, рентген-спектралдык микроанализ, рентген-фазалык анализ, поляриметрия, спектрофотометрия, хроматография, электр өткөрүмдүүлүк, pH-метрия, эригичтүүлүк, эритмелерден катуу адсорбентте жүргөн адсорбция.

Илимий изилдөө жабдуулары: экинчилик электрондордун детекторун (SEI) колдонуу менен JSM 6510 растрдык электрондук микроскопу, NSS7 азоттук муздатуу менен энергодисперсиялык спектрометри (EDS). Varian ИК-Фурье-спектрометри. СФ-46, VIS 721 тибиндеги спектрофотометрлер. И-130 иономери, PHS-2F pH-метри. E7-8 сандык L, C, R өлчөгүч, CM-3 айланма поляриметри, JA 303P аналитикалык электрондук тараза.

Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гумин кислоталарынын, гуминдин физикалык-химиялык мүнөздөмөсү берилди. Төмөнкү молекулалуу органикалык бирикмелердин адсорбцияланышы гумин кислоталарынын бетинде, Кара-Кече күрөң көмүрүнүн, андан бөлүнүп алынган гуминдин көзөнөкчөлөрүндө жана бүдүрлөрүндө аныкталды.

Эритмеде локалдаштырылган гумин кислоталарынын супрамолекуласынын структуралык бирдиктериндеги мочеви́нанын, глициндин, D-глюкозанын суудан сольватациялык ашыктыктары аныкталды. Дисперстик системалар же чыныгы эритмелер катары каралуучу гумин кислоталарынын структуралык бирдиктери менен каныккан суу-органикалык флюиддик фазалардын курамы аныкталды.

Колдонуу жактары: беттик кубулуштар жана дисперстик системалардын физикалык химиясы, биофизикалык химия, экология, топурак таануу, материалдарды таануу.

РЕЗЮМЕ

диссертации Харченко Александра Владимировича на тему: «Гуминовые кислоты, гумин бурого угля: выделение, анализ, исследование поверхностных и сольватационных свойств в водно-органических растворах» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

Ключевые слова: Бурый уголь, гуминовые кислоты, гумин, адсорбция, сольватационный избыток, мочевины, глицин, D-глюкоза, размерный эффект.

Объекты исследования: Гетерогенные системы, включающие природные углеродные матрицы в твердой фазе и водные растворы низкомолекулярных органических соединений с положительными и отрицательными отклонениями от идеальности в жидкой фазе.

Цель работы: Изучение поверхностных и сольватационных свойств бурого угля Кара-Кече, выделенных из него гуминовых кислот и гумина в водных растворах низкомолекулярных органических соединений.

Методы исследования: ИК-спектроскопия, растровая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, рентгенофазовый анализ, поляриметрия, спектрофотометрия, хроматография, электропроводность, pH-метрия, растворимость, адсорбция из растворов на твердом адсорбенте.

Научное оборудование: Растровый электронный микроскоп JSM 6510 с использованием детектора вторичных электронов (SEI), а также энергодисперсионного спектрометра (EDS) с азотным охлаждением NSS7. ИК-Фурье-спектрометр Varian. Спектрофотометр типа СФ-46, VIS 721. Ионмер И-130. pH-метр PHS-2F. Измеритель L, C, R цифрового Е7-8. Круговой поляриметр СМ-3. Жидкостной хроматограф JASCO-HPLC. Весы аналитические электронные JA 303P.

Дана физико-химическая характеристика бурого угля Кара-Кече, выделенных из него гуминовых кислот и гумина. Установлена адсорбция низкомолекулярных органических соединений на поверхности гуминовых кислот, в порах и неровностях бурого угля Кара-Кече, выделенного из него гумина. Определены сольватационные избытки мочевины, глицина, D-глюкозы над водой на структурных единицах надмолекулы гуминовых кислот, локализованных в растворе. Установлены составы водно-органических флюидных фаз, насыщенных структурными единицами гуминовых кислот, которые могут рассматриваться как дисперсные системы или истинные растворы.

Область применения: физическая химия поверхностных явлений и дисперсных систем, биофизическая химия, экология, почвоведение, материаловедение.

SUMMARY

of Alexander Vladimirovich Kharchenko's dissertation on the topic: "Humic acids, brown coal humin: isolation, analysis, study of surface, and solvation properties in aqueous-organic solutions" for the degree of the candidate of chemical sciences in the specialty 02.00.04 - physical chemistry

Key words: Brown coal, humic acids, humin, adsorption, solvation excess, urea, glycine, D-glucose, size effect.

Objects of study: Heterogeneous systems, including natural carbon matrices in the solid phase and aqueous solutions of low-molecular weight organic compounds with positive and negative deviations from ideality in the liquid phase.

Purpose of the work: Study of the surface and solvation properties of the Kara-Keche brown coal, humic acids, and humin isolated from it in aqueous solutions of low-molecular weight organic compounds.

Research methods: FTIR spectroscopy, scanning electron microscopy, X-ray spectral microanalysis, X-ray phase analysis, polarimetry, spectrophotometry, chromatography, electrical conductivity, pH-metry, solubility, adsorption from solutions on a solid adsorbent.

Scientific equipment: JSM 6510 scanning electron microscope using a secondary electron detector (SEI) as well as an energy dispersive spectrometer (EDS) with nitrogen cooling NSS7. FT-IR spectrometer Varian. Spectrophotometer type CΦ-46, VIS 721. Ionometer I-130. pH meter PHS-2F. Meter L, C, R digital E7-8. Circular polarimeter. Liquid chromatograph JASCO-HPLC. Analytical electronic scales JA 303P.

The physical and chemical characteristics of the Kara-Keche brown coal, humic acids, and humin isolated from it, are given. The adsorption of low-molecular weight organic compounds on the surface of humic acids, in the pores and irregularities of the Kara-Keche brown coal, humin isolated from it, has been established. The solvation excesses of urea, glycine, D-glucose over water on the structural units of the humic acid supramolecule localized in solution were determined. The compositions of water-organic fluid phases saturated with structural units of humic acids, which can be considered as dispersed systems or true solutions, have been established.

Scope: physical chemistry of surface phenomena and dispersed systems, biophysical chemistry, ecology, soil science, materials science.