

Махаббат Сейіт-Задаевна Қунарбекованың 8D07109 – Инновациялық технологиялар және жаңа бейорганикалық материалдар білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған "Ластанған судан радионуклидтерді кетіру үшін модификацияланған көміртекті материалдарды алу" тақырыбындағы диссертациясына

АНДАТПА

Зерттелетін тақырыптың өзектілігі.

Зерттелетін тақырыптың өзектілігі.

Бүкіл әлемде және Қазақстанда өткен Ядролық қызмет пен ағымдағы өнеркәсіптік операциялар нәтижесінде судың цезий және йод сияқты радионуклидтермен ластануы аса өткір экологиялық проблемалардың бірі болып табылады. Қазақстандағы Семей сынақ полигоны мен уран өндіру аудандары ұзақ мерзімді радиоактивті ластанудың негізгі көздері болып табылады. Суды тазартудың дәстүрлі әдістері көбінесе тиімсіз немесе осы радионуклидтерді жоюдың нақты мәселесін шешу үшін тым қымбат. Сондықтан тиімді, арзан және масштабталатын сорбентті материалдарды әзірлеу радиоактивті ластануды азайту және экожүйелер мен адам денсаулығын қорғау үшін өте маңызды. Ауылшаруашылық биомассасынан алынған модификацияланған белсендірілген көмірді пайдалану осы мәселелерді шешудің тұрақты және практикалық тәсілі болып табылады.

Зерттеу нысаны: йод (I_3^-) және цезий (Cs^+) радионуклидтері; күріш қауызынан, қарақұмық қабығынан және жаңғақ қабығынан алынған модификацияланған белсендірілген көмір сорбенттері.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері.

Зерттеудің мақсаты ластанған судан радиоактивті йод пен цезийді тиімді жоюға қабілетті модификацияланған көміртекті сорбенттерді әзірлеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

-Биомассадан көміртекті материалдардың синтезі және олардың мочеви́на мен ферроцианидпен модификациясы.

-Сорбенттердің құрылымдық, морфологиялық және физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу.

- Спектроскопиялық, компьютерлік және кинетикалық модельдеудің озық әдістерін қолдана отырып, сорбция механизмдерін зерттеу.

- Ластанған суы бар модельдік және нақты жүйелердегі сорбция тиімділігін бағалау.

Ғылыми жаңалық:

-Биомасса негізіндегі көміртекті сорбенттер алғаш рет мақсатты иондарға қатысты сорбциялық қабілеттілігін арттыру мақсатында мочеви́на мен ферроцианидті қолдана отырып, гидротермальды әдіспен модификацияланды.

-Модификацияланған сорбенттер коммерциялық белсендірілген көмірмен салыстырғанда Cs^+ - ға қатысты 95-97% - ға дейін және I^- актив сіңуіне қатысты 40% - дан астам тиімділікті көрсетті.

-Молекулалық деңгейде сорбция механизмдерін қалыптастыру үшін DFT көмегімен 16 Вт Гаусс әдісімен модельдеу қолданылды.

-Әзірленген материалдар Дегелен полигонынан алынған өнеркәсіптік үлгілерде сәтті сыналды, олардың практикалық қолданылуын растады.

Практикалық маңыздылығы:

-Зерттеу ауылшаруашылық қалдықтарын қоршаған ортаны қалпына келтіру үшін жоғары тиімді сорбенттер ретінде пайдаланудың тұрақты әдісін ұсынады.

- Модификацияланған сорбенттер зертханалық жағдайда да, ядролық ластанудың нақты жағдайында да тексерілді.

-Технология ауқымды, экономикалық тиімді және Қазақстанның экологиялық қауіпсіздік стратегияларымен үйлесімді.

-Осы жұмыстың нәтижесінде пайдалы модельге бір патент алынды.

Зерттеу әдістері

Белсендірілген көмірді алу үшін газ фазасынан Жоғары температуралы химиялық тұндыру пеші (CVD) пайдаланылды, ол инертті газдарды жеткізуді қамтамасыз етті және бу генераторын қамтыды. Көміртек синтезі әртүрлі температурада жүргізілді және химиялық активаторларды қолдануды қамтыды. Азотты топтар мен ферроцианид сияқты түрлендіргіш заттармен сіңдіру ортаның инерциясын қамтамасыз ету үшін автоклавта және microreactor жоғары қысымды микрореакторында (PR 250) жүргізілді.

Модификацияланған йод сорбенттерінің сорбциялық қабілеті ультракүлгін және көрінетін спектроскопия (UV-Vis) арқылы бағаланды, ал цезий құрамы индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия (ICP MS) әдістерімен өлшенді. Сорбенттердің қалдық белсенділігі ^{137}Cs радиоактивті изотопының болуын анықтау үшін гамма-спектрометрия (2480 Автоматты гамма есептегіші) арқылы бағаланды.

Модификацияланған көміртекті сорбенттердің физика-химиялық қасиеттері әртүрлі заманауи әдістер мен қосымша әдістерді, соның ішінде сканерлеуші электронды микроскопияны - энергия дисперсиялық рентгендік спектроскопияны (SEM/EDS), азот-порометрияны, рентгендік флуоресценцияны (XRF)F, рентгендік су флуоресценциясын (FT-IR)

пайдалана отырып талданды. бұрыштық ылғалдылық, Зета потенциалы, беттік заряд және Раман спектроскопиясы.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

1.Биомассада алынған және гидротермиялық модификациядан өткен белсендірілген көмірлер (бетінің ауданы: 1600-2200 м²/г) азот топтарымен байытылған. Бұл модификацияланбаған белсендірілген көмірмен салыстырғанда мочевиіа түрлендірілген сорбенттер үшін I³ сорбциялық сыйымдылығын 35% - ға дейін жақсартады.

2. Берлин көгімен модификацияланған активтелген көмірлер Cs⁺ иондарын адсорбциялау кезінде жоғары селективтілікті көрсетіп, көпионды жүйелерде (⁹⁰Sr²⁺, Ca²⁺, Na⁺) радионуклидтермен ластанған нақты жерасты суларынан жалпы радиоактивтілікті 120 Бк/л-ден <5 Бк/л-ге дейін төмендетеді.

3.Сорбция механизмдері аналитикалық әдістерді қолдана отырып, әр түрлі кеуек құрылымы бар көмірсулар мен олардың жұмыс істеуі негізінде тұжырымдалды. Фрагменттердің типтік құрылымдары және физикалық сорбция, хемосорбция және электростатикалық өзара әрекеттесу үлестері қарастырылады.

Мемлекеттік бағдарламалармен байланысы:

Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі қаржыландыратын жобалар аясында орындалды. Атап айтқанда, BR 21881939 «Тау-кен металлургия кешені үшін ресурс үнемдейтін энергия өндіруші технологияларды әзірлеу және инновациялық инжинирингтік орталық құру» және AP 19577049 «Өнеркәсіптік суларды радионуклидтерден тазарту үшін биомассада алынған сорбенттер синтезі, сипаттамасы және физико-химиялық зерттеуі» жобалары негізінде жүзеге асырылды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі:

Диссертация 136 беттен құралған, құрамында 25 кесте мен 49 сурет бар. Жұмыс кіріспеден, үш негізгі тараудан, қорытындыдан, 199 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен және екі қосымшадан тұрады.

Жарияланымдар:

Жұмыстың нәтижелері келесі басылымдарда жарияланды: Scopus дерекқорында индекстелетін ғылыми журналдарда бір шолу мақаласы және 1 кітап бөлімінде, 1 патентте және Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Білім беру және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда 3 мақала.

1.M. Kunarbekova, R. Busquets, Ye. S. Sailaukhanuly, S.V. Mikhlovsky, Toshtay K., K. Kudaibergenov, S. Azat. «Carbon adsorbents for the uptake of radioactive iodine from contaminated water effluents: A systematic review», Journal Of Water Process Engineering-Q1, 92% percentile

2.Kunarbekova, M., Busquets, R., Sapargali, I., Seimukhanova, L., Zhantikeev, U., Kudaibergenov, K., & Azat, S. (2025). Innovative materials for industrial application: Book Chapter 11. Synthesis and Characterization of Activated Carbon from Biomass (1st ed.). IGI Global Scientific. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7505-1.ch011>

3.K.K. Kudaibergenov, S. Azat, Zhantikeev U.E., M.S. Kunarbekova, I.O. Sapargali, L.N. Seymukhanova. "Method of obtaining sorption material for water purification from radionuclides". Patent for Utility model, No. 9470

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Білім беру және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдардағы жарияланымдар: 3 ғылыми мақала

1.M.S. Kunarbekova, I.O. Sapargali, L.N. Seymukhanova, K.K. Kudaibergenov, S. Azat. "Synthesis of nanofiber composite doped with nitrogen groups from biomass by chemical activation". Combustion and plasmochemistry journal, 22(1), 3-11. [https://doi.org/10.18321/cpc22 \(1\)3-11](https://doi.org/10.18321/cpc22 (1)3-11).

2.Kunarbekova, M., Seymukhanova, L., Sapargali, I., Zhantikeev, Y., Kudaibergenov, K., & Azat, S. (2024).Synthesis and characterization of activated carbon from biomass for the sorption of radioactive iodine. Combustion and plasmochemistry journal, 22(4), 331-341. [https://doi.org/10.18321/cpc22 \(4\)331-341](https://doi.org/10.18321/cpc22 (4)331-341)

3.Seimukhanova L.N., Zhantikeev U.Ye., Bexeitova K.S., Kunarbekova M.S., Rakhimova B.U., Fazylov B.D., Zagitova A.M., Kudaibergenov K.K., Azat S. Production Of Nanocellulose For Water Purification From Dyes. NNC RK Bulletin. 2024;(4):181-190. (In Russ.) <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-4-181-190>.