

8D05311 (6D060600) - «Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін

Кудайбергенова Рабига Мусапаровнаның

«Ағынды суларды тазартуға арналған жоғары селективті және қайта өңделетін сорбенттер ретінде тотықсызданған графен оксиді негізінде супергидрофобты магниттік наноматериалдардың синтезі, модификациясы және сипаттамасы» тақырыбында дайындалған диссертациясына

АНДАТПА

Диссертациялық зерттеудің жалпы сипаттамасы. Мұнайлы ағынды суларды тазарту мұнайдың ағуы мен төгілуі апаттарынан қоршаған ортаның ластануымен күресудің маңызды жаһандық проблемасына айналды. Бұл диссертациялық жұмыс ағынды сулардан мұнай/органикалық еріткіштерді іріктеп сорбциялау үшін жаңа қайта өңдеуге болатын тотықсызданған графен оксиді (RGO) негіздегі супергидрофобты магниттік наноматериалдың оңай синтезін сипаттайды. Біріншіден, GO мен RGO синтезі және физика-химиялық сипаттамалары жүргізілді. RGO парақтарының синтезі екі кезеңде сипатталды: модификацияланған Хаммерс әдісін қолдану арқылы графиттен GO дайындау және гидразин моногидратымен алынған GO химиялық тотықсыздандыру. Екіншіден, MgFe_2O_4 магниттік НБ-тері золь-гель процесі арқылы синтезделді және олардың құрылымдық, морфологиялық және физика-химиялық сипаттамалары анықталды. Соңында, $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{PDMS}$, $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{PDMS}$ және $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{SO}$, $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{SO}$ деп аталатын жаңа супергидрофобты магнитті материалдар иммерсиялық қаптау әдісі бойынша полиуретанды (PU) губканы, MgFe_2O_4 магниттік НБ-рін, полидиметилсилоксан (PDMS) немесе силикон майы (SO) және де RGO бар немесе онсыз пайдалану арқылы дайындалды. Сорбент ретінде $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{PDMS}$, $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{PDMS}$ және $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{SO}$, $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{SO}$ губкаларына жүргізілген зерттеулер мұнайдың және әртүрлі органикалық еріткіштердің абсорбциялау қабілетін арттыру үшін супергидрофобты магнитті губкада RGO қолданудың оң әсері анықталды. Алынған $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{PDMS}$ және $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{SO}$ губкалары жоғары механикалық/супергидрофобты қасиеттер, мұнай және әртүрлі тығыздықтағы органикалық еріткіштерді сорбциялау қабілеттілігі мен жоғары сепарациялау эффективтілігін және суды кері қайтару қабілетін, мұнай мен органикалық еріткіштерді бөлу үшін 20-25 циклден астам қайта пайдалануға болатын және магнит арқылы басқарылып, судан оңай ажыратылатын қабілеттерін көрсетті. Қорытындылай келе, жаңа $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{PDMS}$ және $\text{PU/MgFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}/\text{SO}$ супергидрофобты магниттік губкалары мұнай төгілулерін тазартуда және су бетіндегі

органикалық ластаушы заттарды кетіруде практикалық қолдануға болатын перспективті материалдар ретінде қарастырылуы мүмкін.

Зерттеудің өзектілігі. Қазіргі таңда ағынды суларды мұнай мен мұнай өнімдерінен, органикалық еріткіштерден тазарту өте өзекті тақырып болып табылады. Мұнаймен ластанған судың жаһандық өндірісі шамамен тәулігіне 33,6 миллион баррельді құрайды, бұл оны қоршаған ортаға жойқын әсерлері бар әлемдегі ең маңызды ластаушы заттардың біріне айналдырды. Мұнай өндірудің және оны теңіз арқылы тасымалдаудың ұлғаюы мен мұнайдың төгілуі жиілеп, теңіз экологиясына әсер ететін экологиялық апаттарға әкеп соқтыруда. Теңізге түскен мұнай төгінділері жел мен толқынның әсерінен үлкен аумақтарға жылдам таралып, тез жоюды қажет етеді. Мұндай инциденттер химиялық уыттылық, жабайы табиғатқа және олардың мекендеу орындарына физикалық зақым келтіру, қоршаған ортаның өзгеруі және сирек кездесетін түрлердің жойылуы сияқты жаһандық экологиялық әсерлерге әкелуі мүмкін. Мұнай төгінділерін жою экологиялық шығындарды айтарлықтай азайтады және аймақтағы экономикалық ресурстарды жақсартады. Сондықтан, мұндай мұнай төгілу инциденттері, сондай-ақ өнеркәсіптік ағынды суларда мұнайдың болуы экожүйе үшін шұғыл түрде шешілуді қажет ететін күрделі мәселе болып табылады. Бұл мәселелерді шешу үшін қазіргі уақытта мұнай мен суды бөлудің әртүрлі әдістері, сонымен қатар жаңа материалдар белгілі. Мұнай және органикалық ластаушы заттар сияқты, мұнай төгінділерін тазарту үшін қолданылатын әртүрлі сорбенттермен сіңірілуі мүмкін, содан кейін әдетте механикалық түрде жойылады және өртенеді. Сонымен қатар, мұнай мен судың көп мөлшерін сепарациялауға көп уақыт қажет, ал оларды өндеген кезде атмосфераға буланған мұнай фракцияларының орасан зор мөлшері бөлінеді.

Қазіргі уақытта супергидрофобты PU губкаларын өндіруге көп көңіл бөлінуде, өйткені олар мұнай мен суды бөлу үшін өте қолайлы, арзан, кеуекті, ішкі бетінің ауданы үлкен, серпімді үш өлшемді материалдар болып табылады. Әртүрлі супергидрофобты материалдардың ішінде RGO-мен қапталған абсорбенттер химиялық тұрақтылық пен гидрофобты әрекеттесулердің арқасында ерекше супергидрофобты қасиеттерді көрсетеді. Графен негізіндегі супергидрофобты композиттік наноматериалдар өзін-өзі тазарту, жоғары механикалық/супергидрофобты қасиеттері және май мен органикалық сұйықтықтарды тиімді сіңіру сияқты жоғары өнімділік қасиеттеріне байланысты кеңінен қолданылуы мүмкін. Сондықтан, графен негізіндегі супергидрофобты наноматериалдар өздерінің жоғары өнімділік қасиеттеріне байланысты үлкен сұранысқа ие.

Зерттеудің мақсаты: Суды мұнай мен органикалық еріткіштерден тазартуға арналған селективті және қайта өңделетін сорбент ретіндегі RGO, MgFe_2O_4 магниттік НБ және PDMS немесе SO негізіндегі жаңа супергидрофобты наноматериалдар алу.

Зерттеудің міндеттері:

- GO және RGO, MgFe_2O_4 НБ-рін дайындау және олардың негізіндегі супергидрофобты магниттік наноматериалдарды модификациялау;

- GO, RGO және MgFe_2O_4 НБ-нің құрылымдық-морфологиялық және физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу;
- RGO-ның алынған жаңа супергидрофобты магниттік наноматериалдардың абсорбциялық қабілетіне әсерін анықтау;
- Алынған жаңа наноматериалдардың магниттік, гидрофобтық қасиеттерін және ағынды сулардағы органикалық фракцияларды бөлу процестерін, сонымен қатар сепарациялық эффективтілігі мен абсорбциялық және қайта өңделу қабілеттерін зерттеу.

Зерттеу нысандары: Ағынды сулардың мұнай мен әртүрлі органикалық еріткіштерден тазартуда жиі қолданылатын гидрофобты, магниттік және байланыстырушы қосылыстар: RGO, MgFe_2O_4 НБ және PDMS немесе SO.

Зерттеу әдістері: Жұмыста келесі құрылымдық-морфологиялық және физика-химиялық талдау әдістері қолданылды: ИҚ Фурье спектроскопия, раман спектроскопия, сканерлеуші электронды микроскопия (СЭМ), энергодисперсиялық рентгендік спектроскопия (ЭДС), рентгендік дифракциялық (РД), термогравиметриялық (ТГ), мессбауэрлік спектроскопия.

Диссертациялық жұмыстың зерттеулері М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті Физика-химиялық зерттеулер орталығында, Лорреин университеті, Ұлттық ғылыми зерттеулер орталығында (Нанси қ., Франция), Назарбаев Университеті, Астана қаласының Ұлттық зертханасы, Материалды түрлендіру және қолданбалы физика зертханасында жүргізілді.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңашылдығы. Алғаш рет RGO, MgFe_2O_4 НБ және PDMS немесе SO құрамды жаңа супергидрофобты магнитті наноматериалдар синтезделіп, олардың құрылымдық-морфологиялық және физика-химиялық сипаттамалары зерттелді.

Алынған жаңа супергидрофобты магнитті наноматериалдардың селективтілігі мен сепарациялық эффективтілігі, сондай-ақ абсорбциялық және қайта өңделу қабілеттері анықталды.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы. Алынған жаңа супергидрофобты магнитті наноматериалдардың жоғары механикалық/супергидрофобты қасиеттері, мұнай және әртүрлі тығыздықтағы органикалық еріткіштерді жоғары сорбциялау және суды кері қайтару, мұнай мен органикалық еріткіштерді бөлу үшін 25 циклден астам қайта пайдалануға болатын және магнит арқылы басқарылып, судан оңай ажыратылатын қабілеттері, оларды мұнаймен ластанған ағынды суларды тазартуда қолданылатын сорбент ретінде перспективалы үміткер ретінде және оның тамаша механикалық қасиеттеріне байланысты гидрофобты сүзгі ретінде де пайдаланылуға мүмкіндік береді.

Қорғауға ұсынылған негізгі қағидалар:

1. Құрамында тотықсызданған графен оксиді бар PU/ MgFe_2O_4 /RGO/PDMS және PU/ MgFe_2O_4 /RGO/SO композициялық материалдарының мұнай мен органикалық еріткіштерді (хлороформ, толуол, этанол, ацетон, гексан) абсорбциялау қабілеті PU/ MgFe_2O_4 /PDMS және PU/ MgFe_2O_4 /SO негізіндегі материалдармен салыстырғанда 2 -4 есеге артық.

2. Алынған PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO негізіндегі гидрофобты материалдардың мұнай, зәйтүн майы, органикалық еріткіштер (толуол, гексан) және су қоспаларын бөлуде 96,7 - 99% дейін эффективтілігін көрсетеді.

3. PU/MgFe₂O₄/RGO/PDMS және PU/MgFe₂O₄/RGO/SO құрамды гидрофобты материалдары 20-25 регенерация цикліне төзіп, 20 секунд батыру уақытында мұнайды, зәйтүн майын, органикалық еріткіштерді (хлороформ, толуол, этанол, ацетон, гексан) абсорбциялау қабілеті сәйкесінше 12-36 г/г және 16-44 г/г және судың жанасу бұрышы 155,5° – 138,6° мәндеріне тең болады.

Автордың жеке үлесі. Зерттеу жұмысында келтірілген ғылыми әдебиеттік деректермен жұмыстар өңдеу және тұжырымдау, эксперименттік жұмыстарды жоспарлау және жүргізу, одан алынған нәтижелерді талдау, бағалау және оларды ғылыми жариялымдарды басып шығару жұмыстары автордың тікелей қатысумен жүзеге асырылды.

Диссертациялық жұмыс тақырыбының ғылыми-зерттеу жұмыстарымен және әр түрлі мемлекеттік бағдарламалармен байланысы. Жұмыс AP15473575 «Мұнай мен суды бөлу үшін графен негізіндегі супергидрофобты магнитті материалды жасаудың қарапайым әдісі» жобасы бойынша «Жас ғалым 2022-2024» мемлекеттік гранттық қаржыландыру негізінде жүзеге асырылды.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері келесі ғылыми және ғылыми – тәжірибелік конференцияларда баяндалып, талқыланды: IV Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Modern research - 2019» (Чехия, Карловы Вары - Ресей, Мәскеу, 2019), «Бөбек» Жалпұлттық көзғалысы және Қазақстан Ғалымдарының Конгресі» «Global science and innovations 2020: Central Asia» «Химия ғылымдары» сериясы (Алматы, 2020), XIX International Science Conference «Applied and fundamental scientific research», (Бельгия 2021), «Science and education in the modern world: challenges of the XXI century» атты VIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, (Алматы 2021), 5th International Conference on Nanomaterials, Materials and Manufacturing Engineering (Токио, Жапония 2023).

Алынған нәтижелердің сенімділігі мен дұрыстығы. Жаңа супергидрофобты, магнитті наноматериалдардың абсорбциялық қабілеті бойынша эксперименттік нәтижелерінің стандартты қателігінің мәндері 5-тен төмен (яғни 0,54 - 4,23 г), ал салыстырмалы стандартты ауытқуларының мәндері 15% төмен (яғни 1,87 - 12,28 %) болуы және зерттеу жұмыстары заманауи әртүрлі қондырғылар мен әдістер пайдаланылғандықтан, сенімді және дұрыс болып табылады.

Жарияланымдар. Зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша 13 ғылыми еңбектер басылымнан шықты. Оның ішінде: Web of science және Scopus қорына енетін басылымдарда 2 мақала, Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала және халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар

жинақтарында 7 мақала, оның ішінде 1 мақала Scopus қорына енетін басылымда жарияланды. Пайдалы модельге Қазақстан Республикасының 1 патенті алынды.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы және көлемі. Диссертация кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан, 184 қолданылған әдебиеттер тізімінен және 3 қосымшадан тұрады. Жұмыстың көлемі 100 бет, 44 сурет және 10 кесте келтірілген.