

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертация қазбалы көмірді кокстеу арқылы алынған көмір шайыры түріндегі техногендік қалдықтарды қоса отырып, полиакрилонитрилді полимер негізінде наноқұрылымды талшықтарды алуға, никель оксиді нанобөлшектері, нано-кеуекті көмірлер және кремний диоксиді нанобөлшектері түріндегі функционалдық қоспаларды қосу арқылы алынған талшықтарды одан әрі модификациялауға және оларды қолдану мақсатында олардың физика-химиялық қасиеттерін эксперименттік зерттеуге арналған наноқұрылымды талшықтар газға сезімтал және сорбциялық материалдар ретінде алу.

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Электроспиннинг – диаметрі нанометрден микрометрге дейінгі талшықтарды өндіру үшін кеңінен қолданылатын процесс. Бұл процесс полимердің ерітіндісіне немесе балқымасына электр өрісін қолдануды қамтиды, нәтижесінде коллекторға тартылатын және жиналатын зарядталған ағын пайда болады. Электроспиннинг кезіндегі маңызды факторлардың бірі – полимерді таңдау себебі алынған талшықтардың морфологиясына, құрылымына және қасиеттеріне осы фактор әсер етуі мүмкін. Электроспиннинг үшін полиакрилонитрил (ПАН) ең көп қолданылатын полимер болғанымен, тас көмір пегіне (ТКП) оның ерекше қасиеттеріне байланысты балама қолдануға ретінде назар аударылды.

Тас көмір пегі көмірді карбонизациялау процесінің жанама өнімі болып табылады және құрамында жоғары молекулалы полициклді ароматты көмірсутектер бар. ТКП күрделі химиялық құрылымға және жоғары көміртегіге ие, бұл оны жоғары механикалық беріктігі мен электр өткізгіштігі бар көміртекті талшықтарды өндіруге қолайлы материал етеді. Сонымен қатар, ТКП арзан және біздің аймақта кеңінен қол жетімді. ТКП әдетте жағу немесе көму арқылы жойылады, бұл ластануға әкелуі мүмкін. Алайда, көміртекті талшықтар сияқты құнды көміртекті материалдарды өндіру үшін ТКП пайдалану осы өнімді қайта өңдеу арқылы қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтады.

Осылайша, электроспиннинг кезінде ПАН орнына ТКП-ты қолдану жоғары температураға төзімділік, механикалық беріктік, электр өткізгіштік және химиялық төзімділік сияқты жақсартылған қасиеттері бар талшықтарды өндіруде үлкен маңызға ие. Әрі қарай зерттеулер мен әзірлемелердің арқасында ТКП негізіндегі талшықтар материалтануда төңкеріс жасау мүмкіндігіне ие және әртүрлі салаларға айтарлықтай әсер етеді.

Дегенмен, ТКП сонымен қатар электроспиннинг кезінде кейбір мәселелерді тудырады, мысалы, жоғары өңдеу температурасының қажеттілігі және қоса оның жоғары тұтқырлығы, бұл тұрақты ағынның пайда болуына әсер етуі мүмкін. Алайда, бұл жұмыста бақыланатын морфологиясы мен қасиеттері бар талшықтарды өндірудің алғышарттары бола алатын ТКП көмегімен электроспиннинг процесін оңтайландыру нәтижелері келтірілген. Мысалы, бұл жұмыста тұтқырлықты төмендету және ерітіндінің қалыптау қабілетін жақсарту мақсатында ПАН және ТКП ерітіндісі

алынды. ПАН кеңінен қолданылатын электроспиннинг полимері болып табылады және тұтқырлығы төмен, бұл оны ТКП негізіндегі талшықтарға қолайлы қоспа етеді.

Алынған талшықтарды практикалық қолдану үшін алғышарттар жасау үшін олар никель оксиді нанобөлшектері, нанокеуекті көмірлер және кремний диоксиді нанобөлшектері түріндегі әртүрлі қоспалармен өзгертілді. Нәтижесінде нанокұрылымды талшықтарды газға сезімтал және сорбциялық материалдар ретінде тиімді пайдалануға болады. Құнының төмендігі және жақсартылған сипаттамалары бар газға сезімтал және сорбциялық материалдардың жаңа түрлерін жасау материалтану мен сенсориканың өзекті бағыты болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Диссертациялық жұмыстың мақсаты техногендік немесе өсімдік қалдықтарынан алынған материалдар негізінде көміртекті және нанокұрылымды талшықтарды және модификацияланған талшықтарға берілген физика-химиялық қасиеттерді беру үшін әртүрлі функционалдық қоспаларды алу және металл иондарын сорбциялау үшін және газға сезімтал материалдар ретінде алынған нанокұрылымды талшықтарды қолдану болып табылады.

Жұмыстың міндеттері. Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

– көміртекті шайырдан көміртекті пектерді синтездеудің оңтайлы шарттарын белгілеу, сондай-ақ көміртекті пектердің физика-химиялық қасиеттері мен морфологиясы негізінде көміртекті талшықтарды алу процесін пысықтау;

– көміртекті және нанокұрылымды талшықтарды синтездеу үшін электроспиннинг, тұрақтандыру, карбонизация процесстерінің оңтайлы шарттарын анықтау;

– газға сезімтал материал ретінде қолдану үшін көміртекті пек пен никель оксидінің нанобөлшектерін қосып нанокұрылымды талшықтарды синтездеу;

– өсімдік шикізатының қалдықтарынан – белсендірілген көмір мен кремний диоксидінен материалдар қосып нанокұрылымды талшықтарды синтездеу және олардың металл иондарына қатысты сорбциялық сипаттамаларын анықтау.

Зерттеу әдістері. Мақсатқа жету үшін қажетті мәселелерді шешуде физика-химиялық зерттеудің заманауи және ақпараттық әдістері қолданылды: рентгендік фазалық талдау, сканерлеуші электронды микроскопия, трансмиссиялық электронды микроскопия, оптикалық микроскопия, Раман спектроскопиясы, инфрақызыл спектроскопия.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:

– аргон ортасында бір сағат ішінде 400 °С температурада көмір шайырын термиялық өңдеу арқылы ұшпа компоненттердің алынуынан көміртекті пектің түзілуі іске асырылады, бұл шайыр молекулалары арасындағы химиялық байланыстардың бұзылуына және көміртектің жоғары реттелген түрінің пайда болуына байланысты;

– көміртекті талшықтар ($C \geq 92 \%$ құрайтын) полиакрилонитрил мен көміртекті пектің массасы бойынша 70:30 қатынасында электроспиннинг әдісімен синтезделеді, бұл көміртегі пегінің құрамындағы көміртегінің жоғары болуына байланысты пайдаланылады;

– ацетонға 73%-ға тең сезімталдыққа көміртекті талшықтарды орташа өлшемі 48 нм никель оксиді нанобөлшектерімен легирлеу арқылы қол жеткізіледі, соның арқасында газ адсорбциясы үшін меншікті бетінің ауданы ұлғаяды және анықталған газ никель оксиді нанобөлшектерімен химиялық реакцияға түсуі талшықтардың электр өткізгіштігінің өзгеруіне әкеледі;

– өсімдік шикізатының қалдықтарынан синтезделген нано-кеуекті көмірлер мен кремний диоксиді нанобөлшектерінің негізінде марганец II иондарына қатысты кемінде 88% сорбция дәрежесі бар нанокұрылымды талшықтар алынады, бұл қолданылатын қоспалардың үлкен меншікті бетінің арқасында қол жеткізіледі

Зерттеу объектісі – техногендік немесе өсімдік қалдықтарынан алынған материалдар және металл оксидтері түріндегі функционалдық қоспалар негізінде алынған көміртекті және нанокұрылымды талшықтар.

Зерттеу пәні – техногендік немесе өсімдік қалдықтары мен функционалдық қоспаларға негізделген көміртекті және композиттік талшықтардың физикалық және құрылымдық қасиеттерін, сондай-ақ олардың сорбциялық және газға сезімталдық сипаттамалары.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығы. Жұмыста келесі нәтижелер алынды:

– көміртекті шайырдан көміртекті пек синтезінің шарттары және көміртекті және композициялық талшықтарды алу шарттары жетілдірілді;

– алғаш рет газға сезімтал материал ретінде пайдалану үшін сұйық фазалық жану арқылы алынған никель оксиді нанобөлшектері және көміртегі пек қосылған нанокұрылымды талшықтар синтезделді.

– нанокұрылымды талшықтар алғаш рет сорбциялық материалдар ретінде қолдану үшін өсімдік қалдықтарынан (белсендірілген көмір немесе кремний диоксиді) алынған өнімдермен синтезделді.

Диссертациялық жұмыстың теориялық маңыздылығы: алынған ғылыми нәтижелер қолданудың кең ауқымы үшін әртүрлі функционалдық қоспаларды қосу арқылы көміртекті және композиттік талшықтарды алу процестерін түсіну үшін пайдалы болуы мүмкін. Жұмыста Шұбаркөл кен орнының көмір шайырын көміртекті пектерді алу үшін термоөңдеудің оңтайлы шарттары белгіленді. Бір сатылы электроспиннинг арқылы техногендік немесе өсімдік қалдықтарынан материалдар негізінде нанокұрылымды талшықтарды алу шарттары зерттелді.

Практикалық маңыздылығы. Техногендік және өсімдік қалдықтары негізінде алынған көміртекті және композициялық талшықтар газға сезімтал және сорбциялық материал ретінде тиімділігін көрсетті. Магнетит нанобөлшектері қоспалары бар полиакрилонитрилді талшықтарға негізделіп алынған композициялық материалды ультра жоғары жиілікті сәулеленуден қорғау үшін пайдалануға болады. Көміртекті және композиттік талшықтарды синтездеу бойынша тәжірибелік жұмыстарды зертханалық практикумдар мен әдістемелік нұсқауларды жазу кезінде оқу процесіне енгізуге болады.

Диссертациялық жұмысты орындау барысында алынған және белгіленген зерттеудің негізгі нәтижелері:

1. Көміртекті пектерді алу үшін көмір шайырын өңдеудің оңтайлы шарттары белгіленді. Көмір шайыры үшін термиялық өңдеудің оңтайлы температурасы аргон ортасында бір сағат ішінде 400 °С болатындығы анықталды, өйткені бұл температурада барлық ұшпа компоненттер, соның ішінде күкірт бар компоненттер алынып тасталу нәтижесінде мезофазалық орталықтар пайда болады. Көміртекті шайырдан алынған көміртекті пектердің морфологиялық қасиеттері бойынша зерттеулер жүргізілді; 400 °С температурада термиялық өңдеуден алынған көмір пек үлгілері салыстырмалы түрде жақсы морфологиялық қасиеттерге ие екендігі анықталды;

2. Электроспиннинг процесі ұйымдастырылып, полимерлі және көміртекті талшықтарды синтездеудің оңтайлы шарттары анықталды. Прекурсорлық талшықтарды өңдеу шарттары әзірленді, бастапқы талшықтарды алдын ала тотықтыру және оларды көміртекті талшықтар өндірісінде одан әрі карбонизациялау үшін оңтайлы жағдайлар белгіленді. Физика-химиялық зерттеулер жүргізілді және алынған көміртекті талшықтар мен олардың негізіндегі композиттердің бетінің морфологиясы зерттелді. Жүргізілген жұмыстардың негізінде көміртекті талшықтарды алу кезінде ең тиімді ПАН/ТКП қатынасы массасы бойынша 70:30 екендігі тәжірибелі түрде анықталды, нәтижесінде бір сатылы электроспиннинг арқылы орташа диаметрі 248 нм және көміртегі мөлшері кемінде 92% болатын бір өлшемді талшықтар алынды.

3. Сұйық фазалық жану арқылы алынған орташа кристаллит өлшемі 48 нм никель оксиді нанобөлшектерімен легирленген көміртекті талшықтардың ацетонға сезімталдығы 73%-ға тең болатыны анықталды. Материалдың газға сезімталдығын талдау оң нәтиже көрсетті, оның барысында химиялық тұрақтылық және үлгінің ацетон газына жоғары сезімталдығы байқалды.

4. Өсімдік шикізатының қалдықтарынан алынған нанокұрылымды белсендірілген көмірлер мен кремний диоксиді негізінде марганец (II) иондарына қатысты кемінде 88% сорбция дәрежесі бар композициялық талшықтарды алуға болатындығы анықталды.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Жұмыс ҚР БҒМ Ғылым комитеті (2021-2023 жж.) қаржыландыратын " Тас көмір шайыры мен мұнай битумдарын өңдеу арқылы түрлі функционалдық мақсаттар үшін көміртекті талшықтарын өндіру" ЖРН AP09259842 гранттық қаржыландыру жобасы шеңберінде орындалды.

Жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыс материалдары әртүрлі халықаралық, республикалық конференциялар мен симпозиумдарда баяндалды және талқыланды:

Диссертацияның негізгі нәтижелері **халықаралық және шетелдік ғылыми конференцияларда** баяндалды және талқыланды: The 10th International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems, Astana, Kazakhstan, 2022; Carbon-2022, London, United Kingdom, 2022; 7th International conference on agriculture, animal science and rural development, Mus, Turkey, 2021; Combustion and Plasmochemistry. Physics and chemistry of carbon and nano energy materials, Almaty, Kazakhstan, 2021; El

Ruha 9th International conference on social sciences, Sanliurfa, Turkey, 2021; Combustion and Plasmochemistry. Physics and chemistry of carbon and nano energy materials, Almaty, Kazakhstan, 2021; Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, Астана, Қазақстан 2018 ж.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан жеке үлесі.

Автордың жеке үлесі-зерттеу міндеттерін қою, теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу, нәтижелерді талқылау және жалпылау, тезистер мен мақалалар жазу. Зерттеу нәтижелері бойынша конференциялар мен симпозиумдардың 7 тезисі, КОКСОН ұсынған журналдарда 5 мақала, Scopus және (немесе) Web of Science дерекқорымен индекстелген журналдарда 6 мақала жарияланды. Қазақстан Республикасының №6867 пайдалы моделіне патент алынды, БПК D01D 5/10, C10C 3/16, D01F 9/22. Көміртекті наноталшықтарды алу тәсілі / Мансуров З.А., Қайдар Б.Б., Смагулова Г.Т., Имаш А.А., Максумжанова Н.Р., Тилеуберди Е., Артыкбаева М.Т. – жарияланым. 18.02.2022; Бюлл. №7. Қазақстан Республикасының №7580 пайдалы моделіне патент алынды, БПК B05D 5/12, B82Y 40/00 газға сезімтал композициялық талшықтарды алу тәсілі / Мансуров З.А., Смагулова Г.Т., Қайдар Б.Б., Имаш Ә.А., Таурбеков А.Т., Тасмурзаев Н.М., Амангелды Б.С. – жарияланым. 11.11.2022 – Басылым. 11.11.2022; Бюлл. №8. Көптеген мақалаларда Қайдар Б. бірінші автор немесе корреспондент-автор болып табылады, осылайша барлық аталған ғылыми еңбектерді дайындауда негізгі үлес қосты.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы

Жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және 161 атауды қамтитын әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі машинкамен басылған мәтіннің 104 бетін құрайды, оның ішінде 57 сурет, 11 кесте және 2 қосымша.