

**Нурия Мейрамкановна Мухамедованың**  
6D072300 – «Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы  
(PhD) дәрежесін алу үшін дайындаған диссертациясына  
**АННОТАЦИЯ**

**Кремний мен техникалық көміртек негізінде материалдың құрылымдық-  
фазалық күйдің және физика-механикалық қасиеттеді зерттеу**

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде өнеркәсіп пен ғылымның әртүрлі салаларында қолдану үшін карбидкремнийлі керамика сияқты перспективалық материалдарды алудың жаңа технологияларын, тәсілдері мен әдістерін әзірлеуге қызығушылық жоғары екені байқалады. Материалдарды алудың жаңа тәсілдерін әзірлеу кезінде оның құрылымын қалыптастыруға және материалдарды алудың анағұрлым сапалы әдісін анықтау үшін материалдардың физика-механикалық параметрлерін анықтауға ерекше назар аударылды.

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі**

Бүгінгі күні Қазақстанның өнеркәсібі үлкен өзгерістерге ұшырауда, бұл ғылыми саланы ғана емес экономика мен өнеркәсіптің жекелеген секторларын да дамытуға ықпал ететін жаңа технологиялар мен қағидатты түрде жаңа материалдар алу тәсілдерін жасау қажеттілігіне алып келеді.

Карбид-кремний керамикасы жоғары соққыға төзімділік, ыстыққа төзімділік, коррозияға төзімділік, тозуға төзімділік, агрессивті ортаға төзімділік сияқты қасиеттерге ие. Кремний карбидін зерттеу оның жоғары температураларға төзімділік, химиялық тұрақтылық, сондай-ақ радиациялық әсерге төзімділік сияқты маңызды сипаттамаларға ие екенін көрсетті.

Бүгінгі таңда мұндай материалдарды қолдану саласы машинажасау, металлургия, химия өнеркәсібі, атом өнеркәсібі және т.б. Кремний карбиді негізіндегі материалдар энергетикалық реакторларда ядролық отын элементтеріне арналған үш құрылымды-изотропты жабын қабаты ретінде, машина жасауда механикалық тығыздағыштар, композициялық құрыш компоненті және дискілік тежегіштер ретінде қолданылатын айта кету керек. Бұдан басқа бұл материал ядролық энергетикалық реакторлардың твэлдері қабықшасының кандидаттық материалы ретінде қарастырылады.

Кремний карбиді негізінде материалдар алуға мүмкіндік беретін көптеген технологиялар белгілі. Карбидкремнийлі материалдарды алудың бүкіл әлемге белгілі дәстүрлі тәсілдері мен технологиялары графит дайындамасын сұйық кремниймен сіндіру немесе эвтектикалық қоспаларды қолдана отырып кремний мен көміртекті ыстық басу болып табылады.

Бүгінгі таңда Қазақстанда кремний карбиді негізінде материалдар өндірісі жоқ, оның үстіне бастапқы компоненттер ретінде өнеркәсіптің қайталама өнімдерін қолдану арқылы.

Қазақстан Республикасы Президентінің 2014 жылғы 1 тамыздағы № 874 Жарлығымен бекітілген Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың мемлекеттік бағдарламасына сәйкес өңдеуші

өнеркәсіптің басым секторларына технологиялылықтың жаңа деңгейін беру және оларды дамыту үшін негіз жасау қажет сондай-ақ, атап өту керек.

**Осы диссертациялық жұмыстың мақсаты** белгілі әдістермен алынған ұқсас материалдардан кем түспейтін қасиеттері бар өнеркәсіптің қайталама өнімдерін бастапқы компоненттер ретінде қолдана отырып, Карбид-кремний материалдарын алу әдісін жасау.

Осы мақсатты іске асыру үшін зерттеудің келесі негізгі міндеттері қойылды:

- индукциялық қыздыру арқылы карбид-кремний керамикасын алу;
- карбид-кремнийлі керамиканы ұшқынды плазмалық қақтау әдісімен алу;
- индукциялық қыздыру және ҰПҚ әдістерімен алынған тәжірибелік үлгілерде пайда болған SiC фазасының санын;
- алынған карбид кремний материалының физика-механикалық сипаттамаларын зерттеу;
- қатты фазалық күйдіру параметрлерінің алынған керамикалық материалдың құрылымы мен қасиеттеріне әсер ету ерекшеліктерін анықтау.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер**

1. Алынған карбидкремнийлі керамиканың құрылымдық-фазалық құрамының өзгеруіне қақтаудың негізгі термодинамикалық параметрлерінің әсері.
2. Негізгі термодинамикалық параметрлерге байланысты карбидкремнийлі керамиканың физика-механикалық қасиеттерінің өзгеруі.
3. Қақтау режимдеріне байланысты алынған керамикалық материалдың физика-технологиялық ерекшеліктері.

#### **Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы:**

1. Алғаш рет бастапқы компоненттер ретінде өнеркәсіптің қайталама өнімдері пайдаланылып, карбидкремнийлі материалды алу тәсілі әзірленді (ҚР өнертабысына Патенті №32057. бюл. №9, 15.05.2017 ж. жар.).
2. Алғаш рет бастапқы компоненттер ретінде кварцты және графитті сынық пайдаланылып ұшқынды плазмалық қақтау әдісімен карбидкремнийлі керамика алынды.
3. ҰПҚ әдісімен алынған Карбид-кремнийлі керамиканың құрылымдық-фазалық жағдайы мен физикалық-механикалық қасиеттерінің ерекшеліктері анықталды.

**Зерттеу пәні:** Карбидкремнийлі керамиканың әзірленген қақтау тәсілін пайдалану арқылы алынған құрылымдық-фазалық құрамы мен физика-механикалық қасиеттері.

**Зерттеу нысаны:** графитті және кварцты сынықты индукциялық және ұшқынды плазмалық қақтау арқылы алынған карбидкремнийлі керамикадан жасалған материал.

#### **Зерттеу әдістері:**

- сканерлейтін және жарық өткізгіш электронды микроскопия;
- рентгенқұрылымдық талдау;
- статистикалық және сандық әдістер;
- физикалық және механикалық әдістер.

### **Іс-тәжірибелік мәні**

Алынған нәтижелер карбидкремнийлі керамика өндіретін кәсіпорындарды жобалау және одан Қазақстанның машинажасау, ядролық энергетика, мұнай өндіру және т.б. сияқты әртүрлі өнеркәсіп салалары үшін бұйымдар шығару кезінде сұранысқа ие болуы және пайдаланылуы мүмкін.

Бастапқы компоненттер ретінде өнеркәсіптің қайталама өнімдерін пайдалана отырып, кремний мен техникалық көміртегі негізінде материалдар алудың әзірленген тәсілін авторлық куәлікпен қорғалған және жақсартылған физика-механикалық және трибологиялық қасиеттерге ие материалды жасау үшін практик-материалтанушылар пайдалана алады.

Алынған нәтижелер ғылыми және оқу үдерісінде қолданылады, бұл ҚР ҰЯО РМК АЭИ филиалының және "Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті" КеАҚ қызметіне енгізу актілерінің болуымен расталады.

### **Автордың жеке үлесі**

Автордың жеке үлесі зерттеудің міндеттерін қою, әдеби деректерді талдау және патенттік ізденіс, карбидкремнийлі керамика үлгілерін алу бойынша эксперименттерге қатысу, стехиометрия негізінде бастапқы компоненттер мен индукциялық және ұшқынды плазмалық қақтау үшін қыздыру температурасының режимін есептеу болып табылады. ҚР ҰЯО РМК АЭИ филиалының мамандарымен бірлесіп алынған карбидкремнийлі керамиканың үлгілеріне уақытылы электрондық-микроскопиялық, металлографиялық, рентгенқұрылымдық және физика-механикалық зерттеулер жүргізілді. Алынған нәтижелерді талдау және негізгі қорытындыларды тұжырымдау ғылыми консультанттармен бірлесе жүргізілді.

### **Тақырыптың ғылыми-зерттеу бағдарламаларының жоспарларымен байланысы**

Осы диссертациялық жұмыстың эксперименттік нәтижелерінің бір бөлігі «Силициттелген графитті алу тәсілі» тақырыбы бойынша 12.02.2015 ж. № 271 шарттың аясында «Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі комитеті» Мемлекеттік мекемесінің қаржылық қолдауымен алынды.

**Жұмыста алынған нәтижелердің негізділігі мен дұрыстығы** зерттеулердің жақсы сыналған эксперименттік әдістері мен зерттеу әдістемелерін қолдана отырып, қойылған міндеттердің орындылығы, дәлдігі мен ерекшелігі, эксперименттік деректердің үлкен көлемі, олардың статистикалық өңделуі және алынған деректерді ТМД және алыс шетелдің белгілі ғалымдарының бұрын жарияланған зерттеу нәтижелерімен салыстыру арқылы қамтамасыз етіледі. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері ҚР БҒМ Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған, шетелдік ғылыми журналдарда рецензияланатын, Thomson Reuters, Scopus компанияларының дерекқорына кіретін басылымдарда, сондай-ақ халықаралық және отандық конференциялардың материалдар жинағында жарияланды.

### **Жұмыс нәтижелерін сыннан өткізу**

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 6 халықаралық конференцияда ұсынылды:

1. «Радиоэлектроника, электртехника және энергетика» XXII Халықаралық студенттер мен аспиранттардың ғылыми-техникалық конференциясы, МЭИ Ұлттық зерттеу университеті (Мәскеу қ., Ресей, 25-26 ақпан 2016 ж.);

2. «Eurasia Science» XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференция (Мәскеу қ., Ресей, 31 қазан 2017 ж.);

3. «Курчатов институты» ҒЗО 75 жылдық мерейтойына арналған XVI Курчатов пәнаралық жастар ғылыми мектебі (Мәскеу қ., Ресей, 6-9 қараша 2018 ж.);

4. «Механохимиялық технологиялардың іргелі негіздері» V Халықаралық конференция (FBMT-2018) (Новосибирск қ., Ресей, 25-28 маусым 2018 ж.);

5. Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығы «Семей сынақ полигоны: мұра және ғылыми-техникалық әлеуеттің даму перспективасы» VIII Халықаралық конференция (Курчатов қ., Қазақстан, 11-13 қыркүйек 2018 ж.);

6. Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығы «Семей сынақ полигоны: мұра және ғылыми-техникалық әлеуеттің даму перспективасы» IX Халықаралық конференция (Курчатов қ., Қазақстан, 7-9 қыркүйек 2021 ж.).

Сондай-ақ 2 конференция-конкурста:

1. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдары мен мамандарының ҒЗТКЖ XV конференция-конкурсы, (Курчатов қ., Қазақстан, 18-20 мамыр 2016 ж.);

2. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдары мен мамандарының ҒЗТКЖ XVI конференция-конкурсы, (Курчатов қ., Қазақстан, 3-5 мамыр 2017 ж.).

Сонымен қатар диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ-ның «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының ғылыми семинарларында, инженерлік-технологиялық факультеттің бірлескен ғылыми семинарларында, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ-ның ғылыми-техникалық кеңесінде, Вроцлав ғылым және технология университетінде PhD докторанттарының қазақ-поляк ғылыми семинарларында (Wrocław University of Science and Technology) (Вроцлав қ., Польша), сондай-ақ ҚР ҰЯО РМК мен ҚР ҰЯО РМК «Атом энергиясы институты» филиалының ғылыми-техникалық кеңестерінде баяндалды және талқыланды.

### **Жарияланымдар**

Диссертация тақырыбы бойынша барлығы бірлескен авторлықта 18 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде: 8 жұмыс (7 мақала, Қазақстан Республикасының өнертабысқа арналған 1 патенті) ҚР БҒМ Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда; 1 мақала Scopus және Web of Science дерекқорына кіретін шетелдік ғылыми басылымдарда; 3 мақала басқа басылымдарда жарияланған, 6 тезис пен баяндамалар халықаралық және республикалық конференциялардың материалдар жинағында.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі**

Жұмыс кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Диссертациялық жұмыс 114 бетте мазмұндалған, 73 иллюстрация, 11 кесте, 28 формулалар және 141 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар.