

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ**

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Материалтану, нанотехнологиялар және инженерлік физика кафедрасы

Ілесова Перизат Таңатарқызы

**«Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС) әдісімен
алюмосиликатты материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу»**

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

**5B071000 – «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы»
мамандығы**

Алматы-2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Материалтану, нанотехнологиялар және инженерлік физика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«МНЖИФ» кафедра

менгерушісі Т.Ғ.К.

 У.К. Какимов

«06» 06 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС) әдісімен
алюмосиликатты материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу»

5B071000 – «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» мамандығы

Орындаған



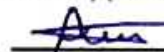
Ілесова П.Т.

Пікір беруші:

Көміртекті наноматериалдар
зерханасының меңгерушісі м.а. PhD

Ғылыми жетекшісі:

PhD доктор

 Алипбаев А.Н.

«31» мамыр 2022 ж.

 Оспанов Ерлан Оспанович

мамыр 2022 ж.



Алматы-2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Материалтану, нанотехнологиялар және инженерлік физика кафедрасы

5B071000 – «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» мамандығы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«МНЖИФ» кафедра

менгерушісі т.ғ.к.

 У.К. Какимов

« 06 » 06 2022 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Ілесова Перизат

Тақырыбы: «Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС) әдісімен
алюмосиликатты материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу»

Университет ректорының «12» қаңтар 2022 ж. №762-б бұйырығымен бекітілген
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 23 » мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1)ӨЖС әдісі, химиялық реакциялар арқылы зерттеу.

2)ӨЖС әдісімен алюминий құрамын, физика-химиялық
қасиеттерін анықтау

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер:

1.Алимосиликат, ӨЖС әдісіне жалпы шолу

2.Тәжірибелік жұмыс жүргізу

Ұсынылған негізгі әдебиет атаулары:

1. Мержанов А.Г., Озерковская Н.И., Шкадинский К.Г. Тепловой взрыв как
технологический прием высокотемпературного синтеза в неорганических системах.
Успехи химии. 2003. – Т. 72, № 4 – С. 323- 345.

2. Сычев А.Е., Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный
синтез наноматериалов. Успехи химии. Том 73, № 2, РАН, 2004 г. С. 157-158.

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдер	Ескертулер
Әдеби шолу	23.01.2022 - 28.01.2022	
Тәжірибелік бөлім	02.03.2022 – 07.03.2022	
Дипломдық жұмысты алдын – ала қорғау	23.05.22	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған **қолтаңбалары** (жұмысқа қарасты тараулардың нұсқаумен)

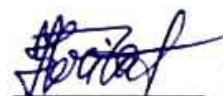
Бөлім атауы	Кеңесшілер, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Әдеби шолу	А.Н. Алипбаев, PhD докторы	03.06.2022	
Тәжірибелік жұмыстар	Ж. Көркембай, Жану проблемалар институтының кіші аға қызметкері	03.06.2022	
Нормоконтролер	А.Б. Телешева, PhD докторы	07.06.2022	

Ғылыми жетекші



Алипбаев А.Н.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Ілесова П.Т.

Күні 03.06 2022 ж

(жұмыс түрінің атауы)

(білім алушының Т.А.Ә.)

(мамандық шифры, атауы)

зерттеу»

В) түсініктеме қағаз беттен тұрады.

Сонымен қатар, Ілесова Перизаттың жұмысында тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде алынған бөлшектер ӨЖС әдісімен $\text{Al}+\text{SiO}_2+\text{C}$ жүйесінің жануына зерттеу жүргізіп, нәтижелер алғанына куәландым.

(қыметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

(П. А. Э.)

KENCE

2012г.

ПІКІР

Студент Ілесова Перизат Таңатарқызы
Мамандығы: 5B071000 – Материалтану және жаңа материалдар
технологиясы

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС) әдісімен алюмосиликатты материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу»

Дипломдық жұмыстың және ескертулердің өзектілігі

Дипломдық жұмысты жалпы кіріспеден, үш тараудан және қорытындыдан тұрады. Кіріспеде студент жұмыстың максатын айқындайды, жүргізілген зерттеулердің өзектілігі мен оның маңыздылығын ашып көрсетеді.

Соңғы жылдардағы мәліметтерге сүйеніп отырып, ӨЖС әдісімен кремний оксиді негізінде композициялық материалдарды алынды. ӨЖС әдісімен композициялық материалдарды барлық аумағында бастапқы өнімнің ұсақтылығын қамтамасыз ететін көрсетілген. Бұл композициялық материалдар төмен температурада әрекетесіне жағдай жасайды. Сонымен қатар ӨЖ- синтез тұралы толық мәліметтер көрсетілген.

Дипломдық жұмысты бағалау

Менің ойымша, Ілесова Перизат Таңатарқызы «Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС) әдісімен алюмосиликатты материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу» тақырыбындағы дипломдық жұмысы 95% -ға (А) бағалануы мүмкін. Ал Ілесова П.Т. 5B071000 – Материалтану және жаңа материалдар технологиясы мамандығы бойынша "бакалавр" академиялық дәрежесін беру керек деп ойлаймын.

Сатбаев университетінің,
сениор-лектор, PhD докторы



Алипбаев А.Н.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысканын мәлімдейді:

Автор: Ілесова Перизат

Тақырыбы: ӨЖС әдісі мен алюминаты материалдардың физика химиялық қасиеттерін зерттеу

Жетекшісі: Аманбол Алипбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.3

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.4

Дәйісөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 18

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 06.06.2022

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Илесова Перизат

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ӨЖС әдісі мен алюминийдік материалдардың физика химиялық қасиеттерін зерттеу

Научный руководитель: Аманбол Алипбаев

Коэффициент Подобия 1: 7.3

Коэффициент Подобия 2: 3.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 18

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 06.06.2022

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Илесова Перизат

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ӨЖС әдісі мен алюминий материалының физика химиялық қасиеттерін зерттеу

Научный руководитель: Аманбол Алипбаев

Коэффициент Подобия 1: 7.3

Коэффициент Подобия 2: 3.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 18

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, являются законными и не являются плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 07.06.22

 проверяющий эксперт

РЕФЕРАТ

Дипломдық жұмыс: кіріспеден және үш тараудан, 30 бет, 10 сурет, 21 пайдаланылған әдебиет көздерінен тұрады.

Түйінді сөздер: алюмосиликаттар, ӨЖС процессі, алюминий оксиді, кремний оксиді, техникалық таразы.

Зерттеу нысаны: алюмосиликаттар және олардың физика-химиялық қасиеттері. Сонымен қатар композитті материалдардың қасиеттері зерттелді

Жұмыстың мақсаты: Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез) әдісімен алюмосиликатты және композитті материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.

Зерттеу әдістері: Рентгенфазалық және сканирлеуші электронды микроскоп арқылы физика-химиялық қасиеттерін зерттеу

АҢДАТПА

ӨЖС процессі негізінде композитті материалдарды, көбіне, өнеркәсіпте және космостық саласында машина өндірісінде кеңінен қолданылады. Ірі ӨЖС қондырғылары әр түрлі ұнтақ тәрізді өнімдерді өндіріс үшін жоғары эффективті және өте қарапайым жолдары арқылы алынады.

ӨЖ-синтез маркалы жоғары сапалы ұнтақтарын қазіргі кезде образивті немесе кескіш материалдар ретінде, қатты балқымалардан бұйымдарды, ыстыққа төзімді тигельдерді, жоғары температуралық қыздырғыштарда, антифрикционды бөлшектерде, арнайы керамикадан бұйымдарды және сонымен қатар қорғағыш қаптамаларды жасауға қолданып келеді.

ӨЖС процестерін жоғары температурада кинетикалық және диффузиялық, сонымен қатар жылудың физикалық кинетикаларын бағалауға мүмкіндік береді. ӨЖС арқасында термохимиялық немесе фотохимиялық өлшеулер ретінде перспективті болып саналады.

АННОТАЦИЯ

Композитные материалы на основе СВС процесса широко используются в машиностроении, преимущественно в промышленности и космической отрасли. СВС установки большинство получают высокоэффективными и очень простыми способами для производства различных порошкообразных продуктов.

Высококачественные порошки марки процессе СВ-синтез в настоящее время используются в качестве образных или режущих материалов для изготовления изделий из твердых сплавов, жаропрочных тиглей, высокотемпературных нагревателей, антифрикционных деталей, изделий из специальной керамики и, в том числе, защитных покрытий.

Позволяет оценить процессы СВ-синтез как кинетические и диффузионные при высоких температурах, так и физические кинетики теплоты. Благодаря СВС считается перспективным в качестве термохимических или фотохимических измерений.

ABSTRACT

Composite materials based on the SHS process are widely used in mechanical engineering, mainly in industry and the space industry. The majority of SHS installations are obtained by highly efficient and very simple methods for the production of various powdered products.

High-quality powders of the SH-synthesis process are currently used as shaped or cutting materials for the manufacture of products made of hard alloys, heat-resistant crucibles, high-temperature heaters, and antifriction parts, products made of special ceramics and, including protective coatings.

Allows us to evaluate the processes of CB synthesis, both kinetic and diffusion at high temperatures, and the physical kinetics of heat. Due to SHS, it is considered promising as thermochemical or photochemical measurements.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	10
1	ӘДЕБИ ШОЛУ	10
1.1	ӨЖС процестердің жалпы сипаттамасы	12
1.1.1	Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез	13
1.1.2	Жану майданының таралуының режимдері	15
1.1.3	ӨЖС жүйеснің жанғанда реакция механизмі мен макрокинетикасы	15
1.2	Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез	16
1.3	Силицидтер және олардың кремний енетін контактілерді құрудағы рөлі және олардың металл силицидтерінің түзілу ерекшеліктері	17
2	ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ	20
2.1	Материалдар	20
3	НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ	26
3.1	Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез әдісіне физика-химиялық талдау жасау	26
	ҚОРЫТЫНДЫ	28
	ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР	29

КІРІСПЕ

Алюминий силикаты немесе алюмосиликат - бұл алюминий оксидінен, Al_2O_3 және кремний диоксидінен, SiO_2 -ден алынған химиялық қосылыс. Оларда сусыз немесе гидратталған түрінде болуы мүмкін, табиғатта минералды немесе синтетикалық түрде кездеседі. Олардың химиялық формулалары $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ түрінде көрінеді.

Алюминий силикаты - бұл алюминийдің оксиді мен кремнийдің диоксидінен жасалған талшықты материал түрі. Бұл химиялық қосылыстар шыны секілді қатты ерітінділерден тұрады. Температураға төзімділігі глинозем, Al_2O_3 жоғарылаған сайын жоғарылайды.

Бұл талшықты материалдарды жүн, көрпе, киіз, қағаз немесе тақтай түрінде кездестіруге болады. Алюмосиликаттар табиғатта өте кеңінен кездеседі, олар жер қыртысының массасының 50%-ын құрайды. Табиғи алюмосиликаттарға, ең алдымен, рамалық құрылымы бар дала шпаттары жатады.

Алюмоносиликат басқа элементтермен қосылып, басқа минералдар немесе саздар пайда болады. Бұл формалардың кейбіреулері медицина мен өнеркәсіпте қолданылады. Олар жоғары температурада беріктігін сақтап қалады және отқа төзімді материал түріне жатады. Кейбір минералдары асыл тастар ретінде қолданылады.

ӘДЕБИ ШОЛУ

Минералды алюмосиликат – кианит, андалузит немесе силлиманит деп аталатын үш түрлі формада болады. Олардың барлығының химиялық формуласы Al_2SiO_5 , бірақ әртүрлі кристалды құрылымға ие болып келеді. Барлық үш форма бірдей тұқымда өте сирек кездеседі, себебі олардың әрқайсысы қысым мен температураның әртүрлі жағдайларында пайда болады. Өнеркәсіпте тек кианит және силлиманит қолданылады.

Кианит ерекше материал, өйткені оның қаттылығы кристалдардың бағытына байланысты өзгереді. Кейбір кристалдар көк сапфирге ұқсас және асыл тастар ретінде қолданады. Өнеркәсіптік қосылыстар жасауда кианитты муллитті жиі қолданады. Ол керамикалық өнеркәсіпте отқа төзімді материал және жоғары вольтты электр оқшаулауын, әйнекті қыздыру элементтерін және көптеген өнімдерді өндіруде қолданылады.

Силлиманитті отқа төзімді материал ретінде деп пайдаланады. Сондай-ақ силлиманит әртүрлі салаларда қолданылады. Оларға шыны жасау, керамика өндірісі, цемент өндірісі, шойын құю өндірісі және металл балқыту салалары жатады.

Алюминий силикатын ылғалдандыру процессі кезінде су молекулалары септігін тигізеді. Сазды минералдар тобына каолин жатады, оның химиялық формуласы $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Каолин екі ауыспалы кристалдардың қабатын құрайды – біріншісі кремний-оттегі және екіншісі алюминий оксиді. Каолинит – каолиннің негізгі компоненті болып табылады. Бұл керамика өнеркәсібінде, әсіресе жұқа фарфор өндірісінде маңызды, сонымен қатар цемент, кірпіш және оқшаулағыш өндіру үшін қолданылады.

Алюминий оксиді, глинозем, Al_2O_3 – түссіз, суда ерімейтін кристалдық зат, оның тығыздығы 3,96 г/см³ және балқу температурасы $t = 2050^\circ\text{C}$ болып келетін алюминийдің оттеппен қосылысы. Табиғатта алюминий оксиді жақұт (корунд), лағыл (рубин), көк жақұт (сапфир) деп аталатын минералдар түрінде кездеседі. Корунд қаттылығы жөнінен екінші орындағы минерал, бірінші орында алмас екені белгілі. Ал асыл тастар қатарына лағыл мен сапфир жатады. Олар дәл кескіш аспаптарда, т.б. өнеркәсіптерде қолданады. Алюминий оксидінің гидратталған түріне, яғни алюминий гидроксидіне көптеген бокситтердің құрамына енетін гидраргиллит және жасанды түрде алынатын байерит минералы жатады.

Алюминий оксиді боксит, нефелин, каолин, алуит сияқты табиғатта кездесетін заттардан алынады. Ол алюминий өндірісінде, сонымен қатар катализатор және адсорбент ретінде қолданады.

Кремний диоксиді, химиялық формуласы SiO_2 , табиғатта кварц және әртүрлі тірі организмдерде жиі кездеседі. Сондай-ақ әлемнің көптеген бөліктерінде кремний диоксидінің негізгі компоненті құм болып табылады. Кремний - бірнеше минералдардың қосындысы, сонымен қатар синтетикалық өнім ретінде қолданылатын материалдардың ең күрделі және көп таралған минералдардың бірі. Оларға балқытылған кварц, кремний гелі, түтінді кремний және аэрогельдер жатады. Ол тамақ және фармацевтика өнеркәсібінде, микроэлектроникада құрылымдық материалдарда компоненттер ретінде қолданады.

1.1. ӨЖС процестердің жалпы сипаттамасы.

Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез(ӨЖС)–экзотермиялық және химиялық процесс, жану кезінде автотолқынды режимде жылу бөлінеді.

Ең алғаш рет өздігінен таралатын жоғарғы температуралы синтез құбылысын 1967 жылы А.Г.Мержанов, И.П.Боровинский және В.М. Шкиро байқаған. Олар титан мен бор ұнтақтарының қосындысынан тұратын престелген цилиндрлі үлгілерді зерттеді. Бұл экспериментті кез - келген адам жасауға мүмкіншілігі бар. Ол үшін ұнтақтәрізді реагенттерді араластырады, мысалы Ti (-100мкм) және бор (аморфты) немесе көміртек, немесе басқа бейметалл. Алынған қосылыстың кеуектігі 30%-тен кем емес болуы керек, себебі үлкен кеуекті таблеткалар қолданысқа ыңғайсыз, себебі жеткілікті берік емес, ал тығыз үлгілер мүмкін жануға келмейді, алынған қосылысты таблетка кейіпіне дейін престеу керек. Жануды иницирлеу мүмкін, мысалы вольфрамды сымнан электр тогын жібереді.

Қоспадан жану толқыны таралады және жанудың ерекшелігі – жалын жоқ болады, яғни жанудың газтәрізді өнімдері таралады. Бастапқы реагенттер болса, реакцияның аралық және соңғы өнімдері конденсирленген қалыпта тұрады, яғни қатты және сұйық күйде. Бірақ, зерттеушілер бұған аса назар аудармады, себебі бұған дейін металды – термиялық процестер және аз мөлшерде газ бөлетін жану түрлері белгілі еді. Жану өнімдері қиын балқитын жоғары сапалы қосылыстар болып табылады. Бұл қосылыстардың дәстүрлі пеш әдістерінде орындалуы бірнеше сағатты қажет етеді, жану толқыны бұл тапсырманы бірнеше секунд ішінде орындайды. Бұл үшін күрделі құрылғылар мен көп мөлшерде энергия көзі де қажет емес. Өнімнің жиілігі бастапқы реагент жиілігімен шектеледі және көп жағдайларда өнімдер құрамында бастапқа қоспаға қарағанда аз қоспа болады, себебі ұшатын қоспалар өздігінен таралатын жоғарғы температуралы синтез толқынында жанып кетеді. ӨЖС процесі жоғарғы температура ($1500 - 4000^\circ\text{C}$) мен жану аймағының жоғарғы жылдамдықта

таралуына ие. Процестің жоғары өндірістерін жанудың жоғары жылдамдығы қамтамасыз етеді. Сондықтан балқуы қиын қосылыстар мен материалдар, мысалы керамика, керметтер, қатты құймалар және де басқа заттардың синтезі үшін ӨЖС процестерін қолданады.

Сонымен ӨЖС әдісінің негізінде екі немесе одан да көп химиялық элемент пен қосылыстардың арасындағы экзотермиялық реакция жатыр. Олардың режимі бағытталған жануында өтеді. Бастапқы реагенттер процесс ықшамдалған иницирлеуден кейін қоспасының жұқа қабатында өтеді және бастапқы заттардың «суымаған» жанғыш өнімдерінің жылу беруі арқасында барлық жүйе бойынша таралады. Әрекеттесетін қабаттың таралу жылдамдығы реакцияның температурасының физикалық – химиялық параметрлерімен толық байланысты. Оларға: термодинамикалық параметрлер, яғни жаңа химиялық қосылыстың жылу түзілуі, реакция өнімінің жылу сыйымдылығы, процестің бастапқы температурасы, қосылыс құрамы; физикалық параметрлер, яғни ұнтақтар қосылысының жылу өткізгіштігі, брикеттің тығыздығы, газдың ішкі қысымы, ұнтақ бөлшектердің пішіні мен өлшемі, ұнтақтың полидисперстілігі; технологиялық, оған қосылыс компоненттерінің бірқалыпты таралуы, ұнтақтың активация деңгейі; химиялық, демек ұнтақтың ылғалдану деңгейі, ондағы адсорбцияланған қоспа мен еріген газ концентрациясы жатады.

1.1.1. Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез

Соңғы жылдары өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез (ӨЖС) процесі химиялық технологияда қиын балқитын қосылыстардың кеңінен қолданыс табуда. Келесі қарапайым мысалмен процестің мәнін түсіндіруге болады. Мысалы, титан (металл) мен бейметалл, мысалы күйенің ұнтақтарының қоспасынан цилиндр үлгі престеліп дайындалады. Жылу импульсы үлгінің бір шетінен беріледі. Үлгінің беттік қабатында химиялық реакция басталып, синтез толқыны қалыптасады, содан ол үлгі осінің бойымен тұрақты жылдамдықпен таралады. Толқынның таралуы ашық жарқыраумен өтеді. Нәтижесінде, өте қысқа уақыт (секундтар) ішінде ұнтақтардың бастапқы қоспасы синтезделген қосылысқа айналады, яғни титан карбидіне айналады. ӨЖС процесінің кең таралған жалпы химиялық сызбанұсқасы:

$$\sum_{j=1}^m a_j X_j + \sum_{j=1}^n b_j Y_j = Z + Q \quad (1)$$

мұндағы X – металдар:

Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W және т.б., Y – бейметалдар:

B, C, N₂, Si, S, Se және т.б.,

Z – синтез өнімдері: боридтер, карбидтер, нитридтер, силицидтер, халькогенидтер, қатты ерітінділер, т.б.

X металдар ұнтақ түрінде,

ал Y бейметалдар ұнтақтәрізді, сұйық немесе газтәрізді күйде қолданылады.

Z өнімдер – қиын балқитын қосылыс және жану температурасында қатты күйде кездеседі. Реагенттердің біреуі газтәрізді күйде болады, ал элементтердің химиялық әрекеттесуі конденсацияланған фазада жүреді.

Көп жағдайда X пен Y әрекеттесуі күшті активтелген және көп мөлшердегі жылудың бөлінуімен жүзеге асады, бұл жану мүмкіндігін анықтайды.

ӨЖС процестерінің қазіргі уақытта үш типі зерттелген. Бұл аралас конденсацияланған жүйелер (ұнтақтардың қоспасы), криогенді конденсацияланған жүйелер (Y реагенті ретінде сұйытылған газ қолданылады) мен гибрид жүйелер (ұнтақтәрізді металл – газтәрізді бейметалл). ӨЖС процестерінің кейбір көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

1 Кесте - ӨЖС процестерінің физикалық көрсеткіштері

Синтез толқынындағы максималды температура	$T_m = 1500 \div 4000 \text{ } ^\circ\text{C}$
Синтез толқынының таралу жылдамдығы	$\eta = 0,5-15 \text{ см/с}$
Синтез толқынының қалыңдығы	$L = 10^{-2} \div 5 \cdot 10^{-1} \text{ см}$
Толқында заттың қызу жылдамдығы	$W = 10^3 \div 10^6 \text{ град/с}$
Инициирлеу қуаты	$q_0 = 10-100 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{с}$
Инициирлеу ұзақтығы	$T = 0,05-5 \text{ с}$

Кейде жоғары қысым пайда болады немесе мыңдаған атмосферада ұсталады. Мұның бәрі ӨЖС процесін экстремалды процестер қатарына жатқызуға болатынын көрсетеді.

ӨЖС процесінің соңғы жылдары төмендегідей бағыттары қарқынды дамуда:

- ӨЖС ұнтақтарының технологиясы. Оларға түрпілік және қыш материалдар, металл лигатуралары, қатты құймалар өндірісінде, әртүрлі қорғаныш қаптамаларымен қаптауда т.с.с.

- Отқа төзімді материалдар мен күрделі оксидтердің ӨЖС технологиясы. Оларға металлургия қондырғыларының детальдарын қаптау үшін отқа төзімді материалдар мен қаптамалар, электрондық техникада пайдаланылатын монокристалдарды өсіру үшін оксидтер

алу

- ӨЖС металлургиясы, яғни құю және балқыту
- ӨЖС әдісімен азотталған ферроқұймалар өндірісі мен қолдану
- ӨЖС пісіру, ажырамайтын бұйымдар алу үшін
- Газ тасымалдағыш ӨЖС қаптамалары. Оларға металдардың нитридтері, боридтері, сидицидтерінен, интерметаллидтерден қаптамалар алу
- ӨЖС катализаторлары мен катализатор тасымалдағыштары
- ӨЖС пигменттері
- ӨЖС технологиясының ары қарай дамуы минералды шикізат ресурстарының өзінен құнды заттарды алумен және ӨЖС технологиясынан шикізат ретінде металлургия мен кен өндіру өнеркәсібінің қалдықтарын пайдаланумен байланысты.

Бұл аталған салада зерттеулердің жаңа кешенін қояды:

- физика-химиялық талдау – бұл, шикізат пен өнеркәсіп қалдықтар диагностикасы мен идентификациясы;
- құрылымдық макродиагностикасы процестердің жылу толқындары таралғанда және гетерогенді конденсацияланған орталарда өтеді;
- ӨЖС өнімдерінің химиялық физикасы, физика-механикасы мен жылулық физикасы
- құрылымдық макро кинетиканы модельдеу.

ӨЖС процесін химиялық-технологиялық процесс ретінде сипаттауға мүмкіндік беретін жануының негізгі арнайы ерекшелігін қарастырайық.

Жанудың барлық ерекшеліктері процестің күшті экзотермиялығымен байланысты. Бұл реакцияның жоғары температурасын қамти отыра өздігінен қызу нәтижесінде пайда болады. Жану процесін жүзеге асыру үшін инициирлеуге процестің өзі жүйенің ішкі энергетикалық мүмкіндіктері есебінен толық өтетін өте аз энергия қажет. Жану процесінің маңызды технологиялық көрсеткіші – электр энергиясына шығынның жоқтығы, ал қондырғының қарапайымдығы мен сенімділігі энергияны сырттан беру қажеттігінің жоқтығына байланысты болып табылады.

1.1.2. Жану майданының таралуының режимдері

Жану майдан таралуының бірнеше режимдері болады: олар тұрақты тәртіп және орнықсыз режим болып бөлінеді. Тұрақты және маңызды тұрақты тәртіп режимінде барлық майдан нүктелері бірдей жылдамдықпен және тұрақты уақыт аралығында жүреді. Тұрақты

тәртіп орнықтылықты жоғалтады, сол кезде майданның таралуында орнықсыз режим пайда болады. Автотербеліс майданының жануы дегеніміз – қызудың қатты тамыр соғуларымен жану жылдамдығы. Егер майданның жоғарғы қабаттағы беті аумағы үлкен болса, кеңістік біртекті емес тұрақты әсерлер пайда болады және жеке нүктелердің тербелісі ілеспелікті жоғалады.

Жану өнімдерінің химиялық және фазалық құрамы отынның құрамына, конверсия дәрежесіне және салқындату жағдайларына байланысты. Өнім тек таза бастапқы реагенттер мен өздігімен тазару дәрежесіне жағу кезінде ластанады. Оңтайландырылған жағдайда синтезделген өнімдерде реакцияланбаған компоненттер мен ластаушы заттар аз болады.

1.1.3. ӨЖС жүйелері жанғанда реакция механизмі мен макрокинетикасы

Қатты ӨЖС өнімдері ұнтақтар, бөлшектердің конгломераттары, жаңа терезе көбіктері, торттар, құймалар, пленкалар, мұрттар, жаңа терезе талшықтары және кристалдар түрінде пайда болуы мүмкін. Партияның салмағы жүктеме мен процестің түріне байланысты.

Алдын ала араласқан жасыл қоспалар жағдайында өнімнің макроқұрылымы әдетте біртекті болады. Қатты газ жүйелері үшін өнімнің құрамы үлгінің көлденең қимасына байланысты өзгереді деп күтуге болады.

Кейбір жағдайларда өнімнің макроқұрылымы әдейі гетерогенді болып табылады, мысалы, көп қабатты және функционалды түрде сараланған материалдар

Өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез процесінің негізгі мақсаты-берілген қасиеттері бар өнімдер мен материалдарды алу. Процестің механизмін және оған деген қызығушылықты анықтау үшін зерттеудің маңыздылығы осы мақсатқа байланысты. Химиялық кинетика тұрғысынан реакция механизмін зерттеу аралық өнімдер мен процесс кезеңдерін анықтауды қамтиды.

ӨЖС әсер ету механизмін зерттеудің үш саласы бар, олар мыналарды қамтиды::

1) синтез толқынының таралу заңдылықтары мен өлшемдерін зерттеу, процестің дене сипаттамаларын анықтау, сонымен қатар жылу беру, жылу алмасу, сүзу жылдамдығының мәнін анықтау, стационарлық толқынның таралу режимдерінің беріктігін және стационарлық емес толқынның пайда болу өлшемдерін зерттеу.

2) фазаның түзілу және құрылым түзілу механизмін физикалық-химиялық зерттеу, өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез процесінің жылдамдығы мен толықтығы арасындағы

байланысты анықтау

3) ӨЖ-синтез толқынындағы химиялық реакция механизмін зерттеу.

Бұл зерттеулерді жүргізу өте қиын. Жаңадан бастаушылар үшін барлық көріністер өте жылдам және өте жоғары температурада болады. Және әдіснамалық қабілеттері шектеулі.

1.2 Өздігінен таралатын жоғарытемпературалық синтез (ӨЖС)

Өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез – бұл органикалық және бейорганикалық экзотермиялық қосылыстардың жануы және әр түрлі табиғаттағы қатты денелердегі реакцияларды шығаруға арналған әдіс. Реакциялар сұйықтықпен, газбен немесе басқа қатты затпен біріктірілген қатты реактант арасында жүреді.

Қатты жалын деп – егер реакцияға түсетін заттар, аралық өнімдер мен өнімдердің барлығы қатты болса атайды. Инфльтрациялық жану деп – егер реакция қатты әрекеттесуші мен газ фазалық реактор арасында жүргенін айтады. Процесс жоғары температурада жүреді, сондықтан әдіс ұнтақты, металл қорытпаларын немесе керамиканы қоса, отқа төзімді материалдарды өндіруге өте қолайлы. Өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез - егер улы еріткіштер болса жасыл түсті синтездеу әдісі өте аз энергияны пайдаланады.

Дәстүрлі шешудің фазалық әдістеріне қарағанда қоршаған ортаға әсері аз болатындығын көрсету үшін экологиялық талдау жүргізді. Синтездеу партиясының мөлшері өскен сайын энергияны үнемдеу өседі және техника материалдарды өндіру үшін аз энергияны пайдаланады. ӨЖС нанобөлшектер өндірісі үшін қолайлы емес, себебі процестің жоғары температуралық сипаты реакция кезінде және одан кейін бөлшектердің агрегациясына әкеледі.

Жану режимінде өтетін процестердің термодинамикалық, кинетикалық аспектілері келтірілген. Жаңа наноқұрылымды композициялық материалдың, отқа төзімді материалдардың алыну жолдары талқыланды. ӨЖС үдерісі дамуына Қазақстан ғалымдарының үлесін де байқауға болады. Синтез кезінде пайда болатын жоғары температура энергияның бөлінуіне әкеледі. Бірақ кейбір жүйелер бұл артық жылуды басқа өсімдік процестерін қозғау үшін пайдаланады.

ӨЖС өнімдерінің сипаттамаларын анықтау үшін классикалық материалтану әдістері қолданылды. ӨЖС өнімдеріндегі салқындату жылдамдығының тепе-теңдікке әсері зерттеледі. Стехиометриялық емес өнімдер үшін гиперқұрылымдардың реттелуі мен түзілу дәрежесі нейтрондардың дифракция әдісімен зерттеледі.

1.3 Силицидтер және олардың кремнийге төмен енетін контактілерді құрудағы рөлі және олардың металл силицидтерінің түзілу ерекшеліктері.

IT технологиясының көптеген құрамдас бөліктеріндегі елеулі прогреске қарамастан, металдандыру технологиясының дамуы қазіргі заманғы жартылай өткізгіш құрылғылар мен IC-ті тиімді жақсартуға айтарлықтай кедергі келтірді.

Бұл металлизация жүйесі жартылай өткізгіш құрылғылар мен IC-тің «тіршілігін қамтамасыз ету жүйесіндегі» жалғыз дерлік консервативті (өлшемді азайту бойынша) құрамдас болып табылатындығына байланысты. Сондықтан металдандыру технологиясын сапалық жағынан жетілдіру қазіргі жартылай өткізгішті құрылғылар мен IC-терді дамытудың негізгі сәттерінің бірі болып табылады.

Заманауи кремнийлі ультра үлкен интегралдық схеманың металлизация жүйесі көп деңгейлі көп деңгейлі құрылымға ие, оның ішінде контактілі, диффузиялық-барьерлік қабаттар және ток өткізгіш сымдардың бірнеше деңгейлері бар.

Дүние жүзіндегі әртүрлі зертханалар монодеңгейлі металдандыру жүйелерін өндірудің өзіндік рецептураларын жасайды, оларды жүзеге асырудың әртүрлі тәсілдерін қолданады. Дегенмен, жалпы алғанда, оларды жасаудың әмбебап принциптері бар.

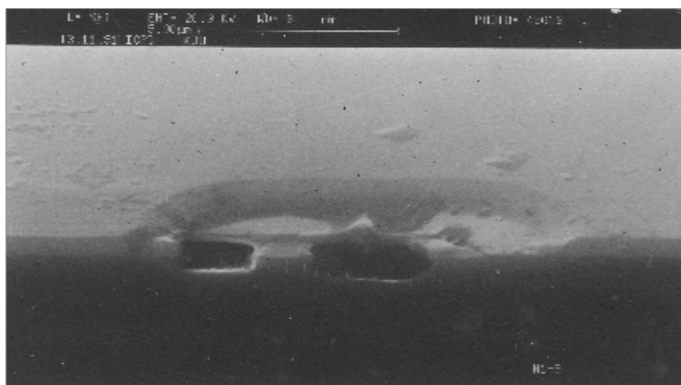
Ұзақ уақыт бойы алюминий кремний үшін жалғыз байланыс материалы болды. Оның бірқатар құнды қасиеттері бар, олардың ішінде:

- төмен меншікті кедергі ($2,65 \text{ мкОм} \cdot \text{см}$);
- диэлектриктерге жақсы адгезия;
- пассивтеуші оксидке байланысты жеткілікті жоғары коррозияға төзімділік;
- p+ және n+-Si бар төмен кедергілі түзетілмейтін контактілерді (IC) құрайды;
- Периодтық жүйенің III топ элементі болғандықтан және кремнийде өте аз ериді, ол өзінің жолақ саңылауында аз ғана акцепторлық энергия деңгейлерін құрайды.

Дегенмен, IC элементтерінің мөлшерінің төмендеуімен алюминийге байланыс материалы ретінде тән кемшіліктер де анық көрінді. Бұл кемшіліктер, ең алдымен, Si және SiO₂-мен физикалық-химиялық әрекеттесу сипатымен анықталады. Олардың негізгілері:

IC элементтерінің өлшемдерінің азаюымен бір қабатты алюминий металданған IC-тердің жиі істен шығуының себебі термиялық өңдеу нәтижесінде p-n өткелдерінің тұйықталуы екені анықталды. 470°C температурада 30 мин термиялық өңдеуден кейін контакт терезесінің аймағында субстрат бетінен алюминий қабықшасын іріктеп алу. 1-суреттегі SEM микрографында көрсетілген

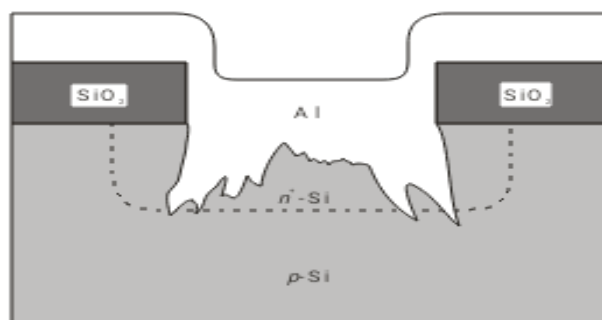
кремнийдегі терең бос орындардың пайда болуы түріндегі фазааралық контакт шекарасының морфологиялық жетілуінің апатты нашарлауын анықтайды.



1 Сурет - Байланыс аймағынан IC бетінің морфологиясының SEM микрографы терезелерді 470⁰С температурада 30 минут термиялық өңдеуден кейін және алюминий қабығын алып тастағаннан кейін

1-суреттен көрініп тұрғандай, Al-Si жүйесінде эвтектикалық типті фазалық диаграмма бар. Al 1,65-ке дейін Si-де іс жүзінде ерімейді. % кремний. Эвтектика 577⁰С температурада балқиды. Жүйедегі өзара әрекеттесудің бұл сипатының салдары салыстырмалы түрде төмен температурада алюминий пленкасындағы субстраттан кремнийдің еру процесі болып табылады, яғни. алюминий кремнийді еріткіш ретінде әрекет етеді. p-n түйіспелеріндегі пункциялардың пайда болуы алюминийдегі кремнийдің біртекті емес еруі нәтижесінде пайда болатын көрсетілген бос орындармен байланысты екені тәжірибе жүзінде анықталды.

Бұл бос орындар 2-суретте көрсетілгендей кремний ерітілген алюминиймен толтырылған және p-n өткелдерінің қысқа тұйықталуына әкелуі мүмкін.



2 Сурет - Кремнийді алюминий қабықшамен еріту схемасы: кремнийдің қатты ерітіндісімен толтыру кремний еріген алюминийдегі бос орындар, нәтижесінде p-n өткелінің пункциясы

Алюминийдің кремнийге терең ену тереңдігі, жанасу аймағының жергілікті жерлеріндегі бос орындардың тереңдігінен есептелетіндігі, іс жүзінде 300-500 °С диапазонында өзгермейтіні және 40-90 нм болатыны анықталды. 500-577 °С температура диапазонында ену тереңдігінің 1,25-1,45 мкм-ге дейін күрт өсуі байқалады.

Кремнийдің мұндай біртекті емес еруі және пайда болған бос орындардың алюминиймен толтырылуы, сондай-ақ алюминийдің кремнийге терең ену тереңдігінің 500-577 °С диапазонында байқалған күрт артуы сұйықтықтың пайда болуымен байланысты. термиялық өңдеу температурасы эвтектиканың балқу температурасынан төмен болғанымен кремнийді «ерітетін» фаза.

Мұны алюминийде ерітілген кремний мөлшерінің көрсетілген термиялық өңдеу температурасында алюминийдегі фазалық тепе-теңдік диаграммасына сәйкес ерітілген мөлшерден айтарлықтай асып кетуі де дәлелдейді.

Төмен температурада сұйық фазаның пайда болу себептерінің бірі сұйық фазаның пайда болуы үшін қажет 577 °С жоғары температурадағы жергілікті ошақтар болуы мүмкін. Бұл жергілікті ошақтар алюминий мен қалдық табиғи кремний оксиді арасындағы күшті экзотермиялық реакция нәтижесінде түзілуі мүмкін, соның арқасында әрекеттесуші оксидтің 1 мольіне 220 кДж энергия бөлінеді.

Алюминий пленкасын қолдану процесі алдында табиғи оксидті жою операциясы орындалады. Алайда, зерттеулер көрсеткендей, кремнийдің бетінде әлі де қалыңдығы (0,4–3 нм) және қасиеттері бойынша біртекті емес SiO қалдық квазиоксиді бар.

Бұл қабат атмосфералық ауаның әсерінен кремнийдің бақыланбайтын жылдам қайта тотығуы нәтижесінде пайда болады, нәтижесінде оның құрамында бақыланбайтын қоспалар жеткілікті. Мұның бәрі кремний бетінің әртүрлі бөліктерін термиялық өңдеу кезінде алюминий қабықшасының қалдық оксидпен әрекеттесу қарқындылығы әртүрлі болып, эвтектикалық температурадан жоғары жергілікті температура қалталарын тудыратынына әкеледі. Тәжірибе жүзінде бос орындардың ядролануы жанасу терезелерінің шетінен басталатыны анықталды; онда қалдық оксидтің көп мөлшері бар.

2 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

2.1 Материалдар:

Силицид құрамды композитті материалдарды ӨЖС әдісімен алу барысындағы синтез жүріліп жатқан жағдайды сипаттауда температуралық өзгеріс маңызды болып табылады. Реакцияның жылу бөлуінің үлгі құрамындағы компоненттерлің массалық үлесіне

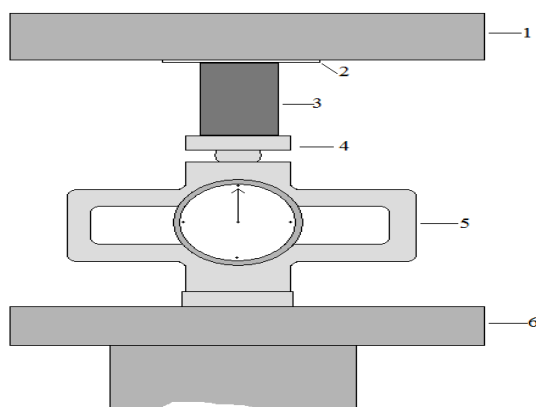
тәуелділігі, сонымен қатар азотты ортадағы қысым тудыратын әсерлердің шамасы, осы тіркелген температуралық көрсеткіштер арқылы түсіндіріледі. Сондықтан ӨЖС процесі өту жағдайын анықтайтын негізгі параметрлердің бірі температуралық өзгеріс.

Аса маңызға ие температураның өзгеру жағдайын дұрыс естелікке алу, өз кезегінде реакция болып жатқан ортаға жасаған тұжырымды нақтылай түседі, сол үшін зерттеу жұмысында әрбір қысымда жанған әрбір үлгінің температуралық өзгерісі жіте қадағаланып, бастанаяқ нақтылы және дұрыс естелікке алынады.

Барлық дайындалған үлгілерге қарата жүргізілген зерттеу жұмысындағы ӨЖС процесі ақырласқаннан кейін тіргеліп естелікке алынған температураларға талдау жасалады.

Түзілген мақсатты өнімге қарата алып барылатын физикалық талдаулардың бірі өнімнің беріктілік қасиеті және процес кезінде беріктіліктің артуына әсер еткен себептерді анықтау. Алайда беріктілікті туғызатын себептері түсіндірмес бұрын оны қалай анықтауға болатынын баяндауға тура келеді, беріктілікті анықтау барысы суреттерде келтірілгендей болады.

Беріктілік ӨЖС негізінде түзілген силицидқұрамды композитты материалдардың физикалық қасиеттерінің бірі болып табылады. Оны анықтау жолы қарапайым тәсілдермен есептеулерден тұрады, бұл үшін құрал сайман ретінде “ДОСМ-3-5” ауыспалы үлгідегі динамометр және лабораторияда қолданылатын «Carver» маркалы пресс қолданылады. Аталған құрал саймандардағы динамометрді, «Carver» маркалы пресс аппаратының қозғалмалы бөлігінің үстіне орналастырып содан кейін динамометрдің шарикті табаншасының үстіне процес соңында түзілген диаметрі (d)=20 мм және биіктігі (h)=25-30 мм болатын өнімді қойып оның үсті жұқа әрі берік болат пластикамен жабылады, содан кейін пресс аппаратының көмегімен үлгі сыңғанға дейін сығыла қысылады.



3 Сурет - ӨЖС өнімінің механикалық әсерге беріктілігін анықтау

1, «Carver» маркалы пресстің үстіңгі табаны. 2, өнімнің үстіне қойылатын жұқа метал пластинка. 3, механикалық әсерге беріктігі анықталанын жану өнімі. 4, динамометірдің шарикті табаны. 5, динамометр. 6, «Carver» маркалы пресстің сығуды тудыратын қозғалмалы табаншасы.

$$\sigma = F/S \quad (2)$$

мұндағы, σ – механикалық әсерге беріктілік шамасы, МПа;

– күш, Н;

– үлгінің табан ауданы, см²;

1 (деление) = 6,71 кг/күш = 67 Н

Өнімнің сыну кезіндегі динамометінің жүктемесінің шкаласы бойынша көрсетілген мән естелікке алынады, осылайша қайталанып, әрбір өнім сындырылады да мәндері естелікке алынады. Алынған нәтижелері бойынша беріктілік теория жүзінде есептеледі.

Механикалық әсерге беріктілікті анықтау шегі (МПа) мына формуламен есептеледі:

Тотықсыздандырғыш ретінде ПА-4 алюминий ұнтағы қолданылды. Қоспалардың ылғалдылығы 5-10% болады. Содан кейін золдің белгілі 40% мөлшерін алдын ала араластырылып, бөліктерге бөлініп қойған төріт бөлік үлгі компоненттерінң үстіне жеке- жеке 1,5 мл шамасында құйылады да әр бөлік үлгі құрамы қайтадан араластырылып толық ылғалдандырылады. Бұл кездегі золдің негізгі атқаратын рөлі үлгілерге престеу кезінде порманың сақталуы, және құрамдардың жақсы бойланысуы үшін орташа ылғал жиынтықты береді.



4 Сурет - преске арналған цилиндр тәрізді қондырғысы

Гелді зол тәсілімен ылғалдандырылып араластырыла дайындалған үлгі компоненттерінің қоспаларын 4-суретте келтірілгендей болаттан жасалған цилиндрлі пресформада (диаметрілік өлшемі $d = 20 \text{ mm}$) биіктік өлшемі $h = 25 \text{ mm}$ болатындай қылып, суретте көрсетілген CARVER маркалы гидравликалық пресс аппаратының көмегімен 1-2 тонналық қысым астында қысылып үлгі цилиндрлі формаға келтіріледі.

ӨЖС атмосфералық қысымда үлгіні жандыру арқылы жүргізілді.

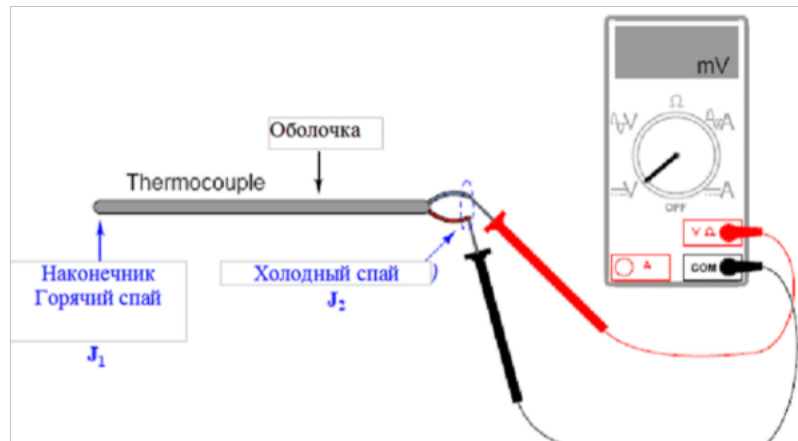
Үлгіні биіктігі 25 мм, диаметрі 20 мм болатын цилиндр тәрізді формаға салып, сосын зертханалық пресс арқылы 5 МПа дейін пресстеп дайындайды (сурет 5).



5 Сурет - Зертханалық пресси

Тәжірбелік жұмыста Al , SiO_2 , және C қоспасы қажет болады.

ӨЖС-процестерде температураны өлшеу мақсатында терможұп



7 Сурет - Жүйенің температурасын өлшейтін терможұптар

Термопараны жасау үшін 0,1-0,35 мм қимасы бар сым пайдаланылды. Термопарк кешенінің көмегімен қоспалардың жану температурасын анықтау үшін экзотермиялық қосылыстарды ауада және жабық реакциялық көлемде газ қысымында жағу бойынша бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде термопара көмегімен анықталады.



8 Сурет - Муфельді пеш

Муфель пештері жану арқылы жылытудың ілеспе салдарымен күресу үшін жасалған. Мұндай нәтижелерге күл, күйе және газ буы сияқты көптеген жағымсыз өнімдер кіреді. Бұл жанама өнімдердің пайда болуы көбінесе қыздырылған материалда қоспалар ретінде болады. Муфель пештері 1800°C дейін температураны ұстап тұруға

және ұстап тұруға қабілетті. Олар материалдарды дәнекерлеуде әр түрлі зертханалық эксперименттер үшін қолданылады.

3 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

3.1 Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез әдісіне физика-химиялық талдау жасау

Дипломдық жұмыс бойынша қарастырған жану әдісі $\text{Al} + \text{SiO}_2 + \text{C}$ атмосфералық қысымда жануы. Атмосфералық қысымдағы ӨЖС-ті өткізу процессі кезінде үлгі тұтанғаннан бастап, жану процессі таралуынан және кейіннен суу мезетіне дейін жүреді (сурет 9). Тұтану процессі үлгінің максималды қызу аймағында басталады, сонан соң оның беткі қабаты мен көлемі бойынша тарайды.



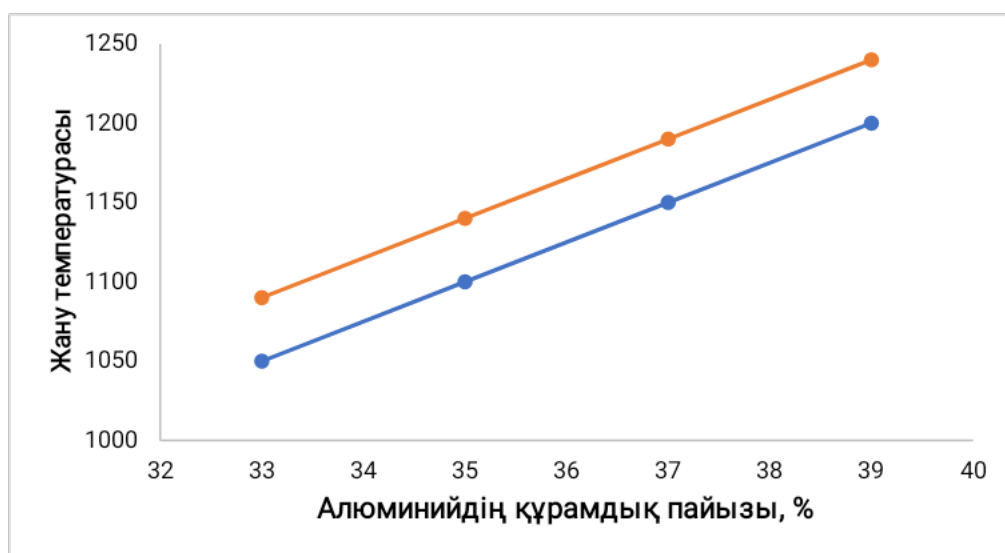
9 Сурет - ӨЖС процес кезінде өздігінен тұтануы

2 Кесте - Al/SiO_2 жүйе бойынша алынған үлгілер

Құрамы масс үлес, %				
Al	39	37	35	33
SiO ₃	61	63	65	67

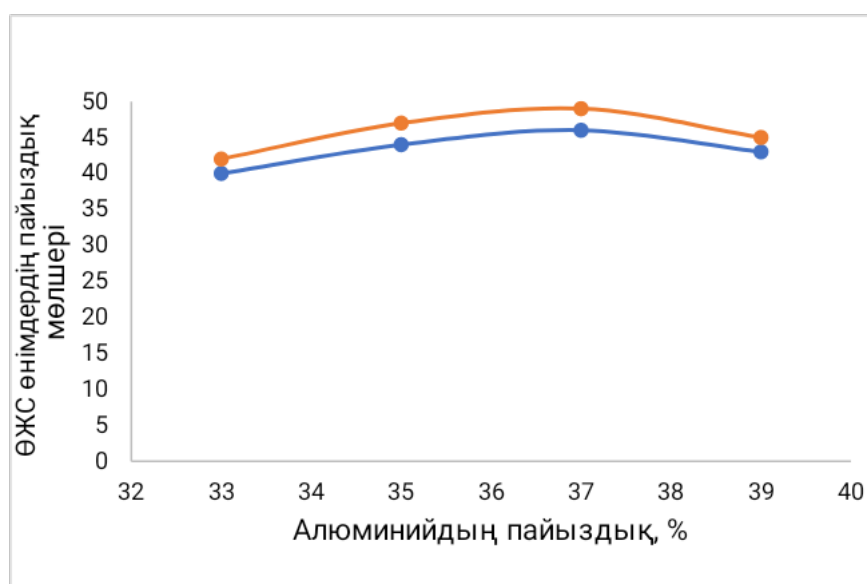
Барлық қосылыстар үшін ӨЖС-нің өтуін үлгілерді алдын-ала қыздырып, жоғары температурада жүргізілген тәжірибелер тұрақты өздігінен тұтану процессін көрсетті.

Алдымен SiO_2 , Al және C- тің 100 г. қоспасындағы құрамдарының компоненттері келесі стехиометриялық қатынаспен көрсетіледі (сурет 10):



10 Сурет - Al-SiO₂-Al-C жүйенің жану температурасы ауа қатысында тәуелділік графигі

10- сурет бойынша Al/SiO₂ жүйесі бойынша алғынған көрініп тұрғандай жүйедегі алюминий пайызы артқан сайын жану температурасы артады. Мысала 33 % процент кезінде жану температурасы 1050 °C болса, 35 % пайызда 1100 °C жетсе, 37-39 пайызда 1250°C артатын айтуға болады. Бұл кезде алюминий балқу температурасы 700°C асқанда интерметалдық қосылыс пайда болып өнімнің беріктік және жоғары температуралық қасиетке ие екен көруге болады.



11 Сурет - Al/SiO₂ жүйенің алюминий пайыздық мөлшерімен ауа қатысында үлгілердің өнім нәтижесіндегі мөлшері арасындағы тәуелділік графигі

11 – суретте көрініп тұрғандай Al/SiO₂ жүйе бойынша алминий 33-37 пайыз аралығында ӨЖ–синтез нәтижесінде өнімнің пайыздық мөлшері артып, 39 пайызда төмендейіне көрсетілген.алюминий пайызы артын 39 пайызға жеткенде ӨЖС-өнімдері тұрақтанады.

Кесте 3 – Рентгенфазалық анализі нәтижесі бойынша синтездеуден кейін алынған мәліметтер

Мазмұны Al, %	Құрылған фазалардың мазмұны, %				
	Al _{4,2} Si _{1,2} O _{9,9} -Mullite	Si	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al _{4,1} Si _{3,7}
33	29	28, 6	22,0	11	5.7
35	32,1	22, 7	25,1	11,1	4,3

3-кесте бойынша әр түрлі құрамдағы Al/SiO₂ жүйенің рентгенограммасында 33:67 құрамдарында Si 28.9 пайыздық мөлшерде, бар екені (3-кестеде), көрсетті. Келесі 35:65 құрамдарда да осындай көрсеткіш орын алады. Әртүрлі құрамдарының өзгеруі алюминий бар бір қосылыстардың екіншісіне оның тотықсыздануына қарай біртіндеп айналуын көрсетеді. Сонымен қатар алюмийдің мильтиплейті бөлшектердің бар екен белгі болды

ҚОРЫТЫНДЫ

1. ӨЖС әдісімен алюминий силикатын қиын балқитын қосылыстар, ұнтақтар алу технологиясын, яғни лабораториялық пресс құрылғымен 40 тоннада қысу арқылы пресс қалпымен таблетка тәрізді дайындаған үлгілерді қарастырдық.

2. ӨЖС әдісімен алюминий силикатының, кремний оксидінің құрамына, физика-химиялық қасиеттеріне зерттеу жұмыстарын жасадық.

3. Отқа төзімді материалдардың және өте берік жаңа наноқұрылымды композициялық материалдардың алыну жолдарын талдадық.

4. ӨЖС- процесінің қалай жүретінін көрдік. ӨЖС- процесі кезінде металлотермиялық тотығу және тотықсыздану нәтижесінде материалдардың армирлеуді қасиеті екен дәлелденді.

5. Өздігімен таралатын жоғары температуралы синтез әдісімен $Al/SiO_2/C$ жүйесінің жануына зерттеу жүргізді. Сонымен қатар олардың алынған нәтижелерді рентгенфазалық және сканирлеуші электронды микроскоп арқылы композитті материалдардың құрылымдарын зерттелді

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких неорганических соединений / В сб. Металлотермические процессы в химии и металлургии. – Новосибирск: Наука. – 2011. – С. 58 – 65
2. Мержанов А.Г., Боровинская И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. // ДАН СССР. Т. 204. №2. 2003. –С. 366-370.
3. Мержанов А.Г. Теория безгазового горения. Препринт ОИХФ АН СССР.: Черноголовка 2009-25с.
4. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология СВС- материалов. С. 553-554. 2011-Т.
5. Сычев А.Е., Мержанов А.Г. Самораспространяющийся Высокотемпературный Синтез Наноматериалов. Успехи Химии. Том 73, № 2 РАН 2004 Г. С. 157-158.
6. Мержанов А.Г., Озерковская Н.И., Шкадинский К.Г. Тепловой взрыв как технологический прием высокотемпературного синтеза в неорганических системах. Успехи химии. 2003.-Т 72, №4-С. 323-345.
7. Мержанов А.Г., Мукасян А.С. Твердопламенное горение.- «ТОРУС ПРЕСС» 2007.-336 с.
8. Л.С. Абовян, Г.А. Нерсисян, С.Л. Харатян Активированное горение системы и синтез композиционных порошков $\text{SiO}_2\text{-Al-C}$ $\text{SiC/Al}_2\text{O}_3$, Физика горения и взрыва, 2010, Т.36, №2
9. <http://www.lgz.ru> - «Твердый огонь СВС», Литературная газета, выпуск 19 (59), 2003.
10. <http://www.explosive.ru> Гордополовый.Ю.А «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез» , А.Г.Мержанов, И.П.Боровинская «СВС - ПРОЦЕССЫ В МЕТАЛЛУРГИИ».
11. Подболотов К.Б., Дятлова Е.М.Процессы фазо-и структурообразования при СВС в системе $\text{Al-MgCO}_3\text{-SiO}_2\text{-C}$ «Стекло и керамика»2009.№9, С. 29-33
12. Ходоков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука, 2002.-307с
13. Бутягин П.Ю. Кинетика и природа механохимических реакций. – Успехи химии, 1971, т. XL, вып. 11, С. 1935 – 1959.
14. Бутягин П.Ю., Быстриков А.В. Об инициировании химических реакций при разрушении твердых тел. – В кн.: Материалы пятого Всесоюзного симпозиума по механоэмиссии и механохимии твердых тел, Таллин, 2005, С. 63 – 78.
15. Пономарев Д.В. Импульсный плазмохимический синтез наноразмерных оксидов: автореферат диссертации кандидата технических наук – Томск, (2006). - 16 с.626-629
16. Холодная Г.Е., Дисс. канд. тех. наук, Томский политехнический университет, Томск (2013). – 103 б. Anđela Pustak, Ivan Šmit, Iztok Švab,

Vojko Musil, Autumn School on Materials Science and Electron Microscopy, Berlin, October 8th - October 11th p. 121 (2007).

17. Бейсенов Р.Е., Бейсенова Е.Е., Алипбаев А.Н. 1Қ.И. //ӨЖС – ӘДІСІ АРҚЫЛЫ КРЕМНИЙ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ СИНТЕЗДЕУ//ТРУДЫ САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ – 2020 сс.623-627

18. Чухломина Л.Н. Синтез нитридов элементов III-VI групп и композиционных материалов на их основе азотированием ферросплавов в режиме горения // Томск: ТПУ. – 2009.

19. С.М. Фоменко, З.А. Мансуров, Р.Г. Абдулкаримова, А.Н. Алипбаев.. Способ получения керамических изделий // Инновационный патент РК. Регистр. № 2014/0665.1 от 16.05.2014 г.

20. Chun-Ying P. et al. Elastic and thermodynamic properties of vanadium nitride under pressure and the effect of metallic bonding on its hardness // Chinese physics B. – 2013. – Т. 23. – № 2. – С. 26

21. S.M. Fomenko, E.E. Dilmukhambetov, Z.A. Mansurov, Zh. Korkembai, A.N. Alipbaev. SHS - Processes in the Carbonaceous Oxide System at High Nitrogen Pressure Values // Eurasian Chemico Technological Journal, V. 15, № 1, 2013, p. 31-37.