КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
акад. Ж.ЖЕЕНБАЕВ атындагы ФИЗИКА ИНСТИТУТУ

Д 01.18.586 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда
УДК: 535.211 (575)(04)

Хайдаров Бактыяр Камбаралиевич

АЛМАЗДЫН КАРБОНАДО ПОЛИКРИСТАЛЛДАРЫН СИНТЕЗДӨӨ ЖАНА БЕКЕМДИГИН КҮЧӨТҮҮ

Адистиги 01.04.07 – конденсирленген абалдын физикасы

Физика-математика илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын

АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек - 2019

Иш КР УИАсынын академик Ж.Жеенбаев атындагы физика Институтунун өтө катуу заттар лабораториясында аткарылган

Илимий жетекчи:	**Макаров Владимир Петрович** - физика-математика илимдеринин доктору, Кыргыз – Орус Славян университетинин физика жана микроэлектроника кафедрасынын профессору
Расмий оппоненттер:	**Шаршеев Каныбек** - физика-математика илимдеринин доктору, профессор, КР УИАнын физика Институтунун кристаллофизика жана радиометрия лаб. Башкы илимий кызматкери **Шукуров Умөталы** - физика-математика илимдеринин кандидаты, КР УИАнын машинатаануу жана автоматика Институтунун энергиянын кайра жаратуучу булактарын өзгөртүү системалары лабораториясынын жетекчиси
Жетектөөчү (оппонентөөчү) мекеме:	Ош мамлекеттик университетинин физика кафедрасы Дареги: Кыргызстан, 723500, Ош ш., Ленин көч 331

Диссертацияны коргоо 2019-жылдын 11 декабрында саат 14:30да Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын акад. Ж.Жеенбаев атындагы физика Институтунун жана Б.Ельцин атындагы Кыргыз-Орус (Славян) университетиндеги Д 01.18.586 Диссертациялык кеңешинин кеңешмесинде өткөрүлөт. Дареги: Кыргызстан, Бишкек ш., 720071, Чуй проспекти 265-а

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын борбордук илимий китепканасынан жана iopjournal.org сайтынан таанышууга болот. Дареги: Кыргызстан, Бишкек ш., 720071, Чуй проспекти 265

Автореферат 2019-жылдын «__» ноябрында таратылган

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы,
ф-м.и.д. Касымамытов Н.К.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Синтетикалык алмаз (СА) кристаллдары өзүнүн өзгөчө касиеттери менен башкаларга алмаштыргыс эң жогорку сапаттагы катуулугу менен өнөр жайларынын бардык тармактарында колдонулат. Алмаздын кристаллдарын синтездөө мурунтан эле изилдөөчүлөрдүн көңүлүн буруп келген, бирок, бул көйгөйдү чечүүдө жогорку технологиялык татаалдыктарга байланыштуу бул маселе ар кайсы өлкөлөрдүн илим изилдөөчүлөрүнүн аракеттерине карабастан, ушул убакка чейин оптималдуу чечимге ээ эмес. Советтер Союзда биринчи жолу алмаз кристаллдарын 1960-жылы СССР илимдер Академиясынын жогорку басымдардын физикасы Институтунда Л.Ф. Верещагиндин жетекчилиги астында синтездешкен. Синтезделген алмаз кристаллдарын графиттен түз ыкма менен алуу үчүн эң жогорку басым 12-25 ГПа жана температура (3000 ^{0}С) талап кылынат, ошондуктан бул метод өтө кымбатка турат. Катализаторлорду пайдаланууда басымы (6-9 ГПа) жана температурасы (1200-1400 ^{0}С) төмөндөйт. Бирок бул дагы кыйынчылыкты туудурат, себеби катуу аралашмалуу технологиялык жабдык эң жогорку басымдын (ЖБ) астында бат эле жараксыз абалга душар болот, бул катуу аралашманы көп сарпталышына алып келет жана жогорку басымды жаратуу учурунда контейнердин кутуча камерасынын жылчыксыз бекиген абалы бузулуп “атылууга” жана контейнердин заттынын көңдөйдөн агып кетүүсүнө алып келет. Алмазды синтездөөгө жарактуу болгон жогорку басымды кайталанма жаратууда пресстин күчүн жана жылчыксыз бекемдөөлөрдүн бузулуусун азайтуу максатында жогорку басымдын аппаратынын (ЖБА) контейнерлерин изилдөө актуалдуу маселе.

Башка жагынан караганда, иштетилүүчү материалдардын катуулугунун тынымсыз өсүүсү аларды иштетүү үчүн пайдаланган алмаздардын бекемдигин күчөтүүнү талап кылат. Ошондуктан, алмаздын поликристаллдарынын бышыктыгын арзан жана жеткиликтүү ыкмалар менен күчөтүү дагы актуалду маселе болуп эсептелет.

Диссертациянын темасы чоң илимий программалар (долбоорлор) жана негизги илимий-изилдөө иштери менен байланышы. Диссертациялык иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академик Ж.Жеенбаев атындагы физика Институтунун өтө катуу заттар лабораториясынын илимий изилдөө иштеринин пландарына жараша “Синтетикалык алмаздарды жана аспап түрүндө пайдалануучу алмазды камтыган композициялык материалдарды алуунун негиздерин, реалдуу түзүлүшүн жана касиеттерин изилдөө”, “Синтетикалык алмаздын моно- жана поликристаллдарынын, аспап түрүндө пайдалануучу алмазды камтыган композициялык материалдардын ар кандай сырткы таасирлерден кийинки түзүлүшүнүн физика-механикалык касиеттеринин өзгөрүүлөрүнүн мыйзамдарын тактоо” деген темаларынын негизинде аткарылган.

Изилдөөнүн максаты жана масалелери. Бул диссертациялык иштин максаты алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөө үчүн жергиликтүү минералдык чийки заттардын негизинде оюкча жана тороидден

турган дөшү (ОТД) түрүндөгү ЖБАнын композиттик контейнерлерин жаратуу жана алынган синтетикалык алмаздын поликристаллдарынын бекемдигин арзан жана жеткиликтүү ыкмалар менен күчөтүү болуп эсептелет.

Иштин максатына жетиш үчүн төмөнкү негизги маселелер чесилген:

1. Катуу фазадагы ОТД түрүндөгү ЖБАда жогорку басымдын жаралуу абалын изилдөө.
2. Жергиликтүү чийки заттардын негизинде жасалган ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлерин иштеп чыгуу жана алмаздын поликристаллдарын синтездөөнү иш жүзүнө ашыруу.
3. Өтө төмөнкү температуранын синтездеп алынуучу алмаздын поликристаллдарынын касиеттерине тийгизген таасирин изилдөө.
4. Алынган синтетикалык алмаздарды түзүлүштүк жана морфолигиялык ыкмалар аркылуу изилдөө.

Жетишкен натыйжалардын илимий жаңылыгы:

1. ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлерин кысуу процессинде (пластикалык деформациялоо) эки тепкичтүү мыйзам ченемдиги жана өтө катуу заттарды синтездөөдө экинчи тепкичтин өзгөчө маанилүүлүгү аныкталган.
2. ЖБАнын иштөө жөндөмдүүлүгүн жогорулаткан ОТД тибиндеги ЖБА композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлердин 4 түрү иштелип чыккан жана композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлерди колдонуу синтездөөнүн продукциясын орточо 26%га көбөйүүсүнө алып келери такталып көрсөтүлгөн.
3. Биринчи жолу төмөнкү температуранын САнын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарына тийгизген таасиринин негизинде алардын бекемдигинин көрсөткүчү 1,8 эсеге чейин көбөйүүсү жана кристаллдык торчосунун мезгилдик аралыгынын азайуусу аныкталган.
4. САнын монокристаллдарын криогендик иштетүүдөн кийин кристаллдардык бөлүкчөлөрүнүн майдаланышы жана бөлүкчөлөрүнүн багыттарынын өзгөрүүлүсүнүн бурчу баштапкы үлгүлөрдө17,7ден криогендик иштеттүүдөн кийинки үлгүлөрдө 36 мүнөткө чейин өсүшү байкалган.

Алынган натыйжалардын практикалык маанилүүлүгү:

1. Жергиликтүү чийки заттардын негизинде дисперстик бекемдөөчү заттары бар ОТД тибиндеги ЖБАнын контейнерлери жасалган.
2. Жалал-абад облусунун Чаңгет суусундагы доломиттештирилген ангидриддин негизинде жасалган ЖБАнын тажрыйбалык контейнерлерин колдонуу менен алмаздын поликристаллдары алынган.
3. ОТД тибиндеги ЖБАнын концентриттик бекемделген бөлүмүн камтыган контейнерлерин жасоо технологиясы иштелип чыккан жана өндүрүшкө киргизилген. 28.11.2012 – жылдагы Акты менен бекемделген.
4. Катуулугу орточо жаратылыш таштарын жылмалоодо жана аяктоочу иштетүүдө пайдалануу үчүн эксплуатациялык сапаттары жогорулатылган алмаздык аспаптарды САдын поликристаллдарынын бекемдиги күчөтүлгөн күкүмдөрүнөн жасоо мүмкүнчүлүгү көрсөтүлгөн.

Алынган натыйжалардын экономикалык маанилүүлүгү. Алмаздарды синтездөө үчүн жергиликтүү минералдык чийки заттарды ЖБАнын контейнерлерин жасоодо колдонуу синтездин продукциясын арзандатууга алып келет. Диссертациялык иште көрсөтүлгөн алынган САдын поликристаллдарынын бекемдигин тез жана арзан ыкмалар менен күчөтүү алмаз аспаптарынын эксплуатациялык касиеттерин жакшыртууга алып келет.

Коргоого чыгарылган диссертациянын негизги жоболору:

1. ОТД тибиндеги ЖБАнын реакциялык аймагында жогорку басымды жаратуу учурундагы мыйзам ченемдүүлүгү.
2. ОТД тибиндеги ЖБАнын катмарланып бекемделген композиттик контейнерлери.
3. Төмөнкү температурада иштетилген САнын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарынын бекемдигин күчөтүлүшүнүн эксперименталдык натыйжалары.
4. САнын поли жана монокриталлдарынын кристаллдык торчолорунун параметрлерин жана морфологиясын салыштырмалуу изилдөөнүн натыйжалары.

Талапкердин жеке салымы. Автор эксперименттерди пландаштырууга катышкан. Экспериментердин көбүн өз алдынча жүргүзгөн. Жыйынтыктарды анализдөө жана чечмелөө илимий жетекчи менен бирге жүргүзүлгөн.

Изилдөөлөрдүн натыйжаларынын апробациялары. Диссертациялык иштин темасы боюнча ар түрдүү конференцияларда жана окууларда 16 илимий докладдар жасалган. Иштин натыйжалары төмөнкү конференцияларда докладдар жасалган: “Физика жана физикалык билим берүү: жетишкендиктери жана өнүгүүсүнүн перспективасы” Эл аралык илимий конференцияда (Бишкек, 2006 –ж. 7-9 – сентябрында); ЖОЖдын арасында жаш окумуштуулардын конференциясында (Бишкек ш., апрель 2007-ж.), бул жерде III Ардак грамотасы менен сыйланган; Социалистик эмгектин баатыры, академик Х.А.Рахматуллиндин 100 жылдыгына арналган “ийкемдүү жана ийкемдүү-пластикалык толкундарынын таралышы” Эл аралык конференцияда (Бишкек, 2009-ж. 28-29 – май); КР УИАнын мүчө-корр. М.М. Кидибаевдин 60 жылдыгына арналган инновациялык материалдар боюнча Эл аралык конференциясында (Барскоон а., 2010-ж. 5-8 – август); “Микро – наносимтеминин физика жана технологиясы” катуу зат электроникасы боюнча Эл аралык катышуусу менен 13 – Бүткүл Россиялык жаштардын илимий мектеби (Санкт-Петербург, 2010-ж. 12-13 - ноябрында); “Илим – өлкөнү өнүктүрүүнүн эң маанилүү ресурсу” Эл аралык илимий конференция – жаш илимпоздордун конкурсунда, (Бишкек, 2011-ж. 27-28 – октябрда), биринчи байгеге татыктуу болгон (300$); “Чоң илимге башталыш” Кыргызстандын жаш окумуштууларынын илимий-практикалык конференциясында (Бишкек, 2013-ж. 5-6 - ноябрда), II даражадагы дипломго ээ болгон; “Инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер” жаш окумуштуулардын жана студенттердин ЖОЖдун арасындагы Эл аралык конференция-конкурсунда (Бишкек, 2014-ж. 15-16 – май); “Катуу заттардын физикасы” XII Эл аралык илимий-конференциясында (Астана, 2014-ж. 25-27 – июнь); SCORPh-2015

катуу заттардын нурлануу физикасы боюнча XI Ысык-көл Эл аралык мектеп конференциясында (Бишкек-Каракол, 2015-ж. 2-5 август); УИАнын академиги, профессор, т.и.д. К.М. Жумалиевтин 60 жылдыгына арналган “Физика-техникалык көйгөйлөр жана материалтаануунун учурдагы абалы” Эл аралык илимий-практикалык конференциясында (Бишкек, 2016-ж. 26-апрель); КР УИАнын академиги, илим жана техника боюнча Кыргыз Республикасынын мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты, физика Институтунун директору, КР УИАнын Президенти Жеенбаев Жаныбек Жеенбаевичтин элесине арналган “Кыргыз Республикасындагы физика-техника көйгөйлөрүнүн жана материалтаануунун заманбап абалы” илимий-практикалык конференциясында (Бишкек, 2016-ж. 24-октябрь); “Рахматулин-Ормонбековтук окуулары” Эл аралык илимий конференциясында (Бишкек, 2017-ж. 1-2 – июнь); “Илимий изилдөөлөрдөгү заманбап техника жана технологиялары” жаш илимпоздордун жана студенттердин X Эл аралык конференциясында (Бишкек КОСУ, 2018-ж. 18-20 апрель); “Катуу заттын физикасы, функционалдык материалдар жана жаны технологиялар” XIV Эл аралык илимий конференциясында (Бишкек-Караганда, 2018-ж. 1-4 – август); “Эксперименталдык ядролук физиканын приборлору жана ыкмалары. Эксперименталдык жасалгалардын электроника жана автоматикасы” жаштардын илимий мектебинде (Дубна ш. РФ 2018-ж. 20-28 – октябрь).

Басмалардан чыккан макалалардагы диссертациянын натыйжаларын чагылтыруунун толуктугу. РИНЦ менен Web of Science-ты дагы камтыган илимий журналдарда жарыяланган макаларда диссертациялык иштин материалдары толук көлөмдө берилген.

Диссертациянын түзүлүшү жана көлөмү. Диссертация иштин мазмунунан, шарттуу белгилөөлөрдүн тезмесинен, киришүүдөн, бөлүмдөрдү жана бөлүмчөлөрдү камтыган 4 баптан, корутундулардан, практикалык сунуштардан, адабий булактардын тизмесинен жана тиркемелерден түзүлгөн. Жалпы иштин көлөмү 109 беттен, 13 таблицадан, 31 сүрөттөн жана 2 тиркемеден турат. Пайдаланган адабий булактардын тизмеси 48 аталышты камтыган.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө теманын актуалдуулугу ачылган, КР УИАнын физика Институтунун өтө катуу заттар лабораториясынын негизги илимий-изилдөө багыты менен байланышканы, иштин максаты жана изилдөөнүн маселелери, иштин жаңылыктары, алынган натыйжалардын практикалык жана экономикалык маанилери, коргоого чыгарылган негизги жоболор, талапкердин негизги салымы, изилдөөлөрдүн натыйжаларынын апробациялары, басмалардан чыккан макалалардагы диссертациянын натыйжаларын чагылтыруунун толуктугу, диссертациянын түзүлүшү жана көлөмү көрсөтүлгөн.

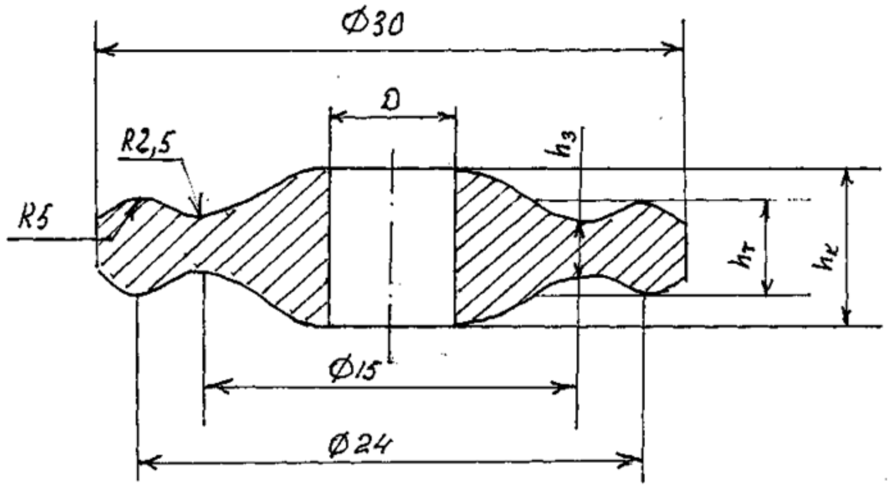
Биринчи бапта диссертация ишинин темасы боюнча жарыяланган маалыматтардын обзору жана анализи келтирилген. Алмаз кристаллдарын синтездөө ыкмалары жөнүндө маалыматтар келтирилген. ОТД тибиндеги ЖБАда жогорку квазигидрастатикалык басымда жана температурада

алмаздардын синтездөө ыкмалары кеңири каралган. Графиттин алмазга полиморфтук айлануусунун механизмдери берилген. СА кристаллдарынын түзүлүшү, касиеттери жана бекемдигинин мүнөздөмөлөрү туралуу маалыматтар берилген.

Экинчи бапта жергиликтүү минералдардын негизинде ЖБАнын катмарланып бекемделген контейнерлеринин материалдарын жаратууну изилдөөлөрү жана натыйжалары жөнүндө сөз болгон. Алмаздарды синтездөө үчүн ЖБАнын эң негизги бир курамдарынын бири болуп ийкемдүү пластикалык контейнер эсептелинет. Ал ошол эле учурда реакциялык кутучага басымды өткөрүп берүүчү чөйрөнүн милдетин аткарат. Контейнерлердин оптималдык комплекстик касиеттерге ээ болгон, аларга талап кылынган критерийлердин мүмкүн болгон көпчүлүгүн канааттандырган материалдарды туура тандоодон ЖБА дагы басымдын жана температуранын бир кылка жаралуусу жана туруктуулугу, ишинимдүүлүгү жана чыдамдуулугу, ошондой эле синтезделүүчү өтө катуу заттардын сапаты жана өлчөмү көз каранды болот. Жогорку басымдын камерасынын контейнерлеринин материалдарына болгон талаптар өтө карама-каршылыктарга ээ. Ошондуктан табигый арзан материалдарынын арасынан керектүү чийки заттарды тандап алуу кыйынчылыкты туудурат.

ОТД тибиндеги ЖБАнын контейнерлерин жасоодо литографиялык таш (кальцит: 95-99% $CaCO_3$) Алгеттин акиташы кеңири таралган, бирок анын жогорку басымда жана температурада арагонитке өтүп кетүүсү анын кемчилиги болуп саналат.

Диссертациялык жумушта алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөөдө пайдалануучу ЖБАнын конструкциялык өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен ЖБАнын контейнерлеринин эффективдүү материалдарын иштеп чыгуу жогорку басымдын жана температуранын конкреттүү ченемдеринин аралыгы үчүн иштеп чыгаруу жүргүзүлгөн. Алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөө үчүн ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлери изилденген. Бул жерде контейнерлер реакциондук тилкеде 7÷8 ГПа басымды жана 1500-2000 К температураны камсыз кылуу зарыл. ОТД түрүндөгү ЖБА үчүн контейнерлердин келбети жана базалык ченемдери 1-сүрөттө көрсөтүлгөн.



1-сүр. ОТД түрүндөгү ЖБАнын кесилишинин схемалык көрүнүшү. $h_з$ – жылчыксыз бекитүүчү катмардын бийиктиги, $h_т$ – тороиддин бийиктиги, $h_к$ – контейнердин бийиктиги, D – реакциялык уячанын диаметри.

Контейнерлердин касиеттерин талап кылынган деңгээлге жеткирүү үчүн изилдөөлөр Кыргызстандын минералдарынын негизинде курамы көп компоненттүү болгон контейнерлердин материалдарын иштеп чыгуу багытында жүргүзүлгөн.

Контейнерлерди шихтаны престөө менен жасоонун методикасы өзүнө төмөнкү негизги операцияларды камтыган: күкүмдөрдү жана байламталарды даярдоо, дозалоо, аларды аралаштыруу, ченемдүү салмактарын даярдоо жана пресстөөдөн кийин ысытуу.

Контейнерлердин материалдарынын баштапкы компоненттери катары төмөнкүлөр алынган: Чуй облусундагы Ак-Түздүн пирофиллити (силиманит); Жалал-Абад облусынын Чаңгетсуусундагы доломиттештирилген ангидриди; Ош облусынын Сары-Ташындагы акиташы; Жалал-Абад Чычкан капчыгайындагы мармары; Нарын облусынын Кочкорундагы галити (NaCl); темирдин (Fe_2O_3) жана магнийдин (MgO) оксиддери; жогорку чополуу портладцемент.

Графит – алмаз фазалык өзгөрүүсү үчүн жетиштүү басымды жаратууда контейнерлердин эффективдүүлүгүн аныктоо үчүн төмөнкү критерийлер тандалган: 1. Пресстин күчүн эффективдүү колдонуу критерийи; 2. Деформацияланып тыгыздалуучу катмарынын эффективдүүлүгүнүн критерийи; 3. Контейнердин стабильдүү иштөө критерийи.

Контейнердин курамынан массалык %, термоиштетүүнүн тартибинен жана сыналган контейнердин тороидинин бийиктигинен жараша жылчыксыз бекемделген калыңдыгынын, бирөнчөйлүктүн критерийинин жана пресстин күчүн пайдалануунун эфективдүүлүгүнун коэффициентинин параметрлеринин эксперименталдык натыйжалары 1-таблицада көрсөтүлгөн.

Таблица 1 – ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлеринин курамы массалык %.

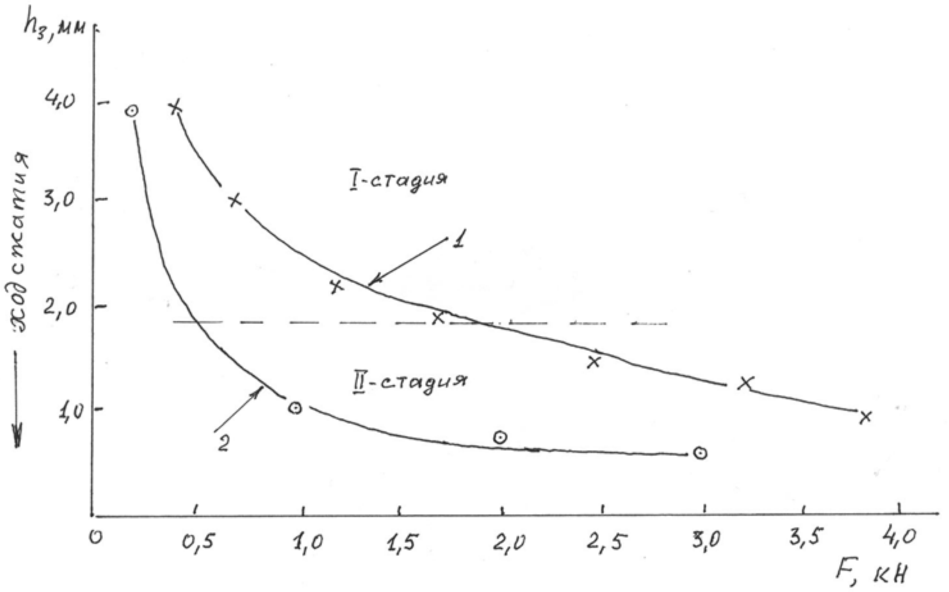
№ и. н.	контейнердин материалынын курамы, массалык %	Термоиштетүүнүн тартиби		h_T мм,	$h_з$ мм,	q	d
		T, K	$t_{выд,}$ мүн				
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Кошулма ДА[1] + ППЦ[2]+MgO+ +Fe_2O_3 катнашы:25:20:2,5:1 - 98,5 Пульвербакелит– 1,5	443	60	7,3±0,6	1,41±0,25	0,04	1,02
2.	Кошулма ДА +силлиманит +MgO+Fe_2O_3 катнашы: 30:20:3:1 – 95,0 Байламтасы- поливинилдик спирт - 5,0	380	300	6,7±0,5	1,27±0,3	0,06	1,03
3.	ДА+галит катнашы: 19:1 – 100,0. Байламтасы силикаттык клей -5,0	400	120	6,7±0,6	0,95±0,3	0,05	1,12
4.	Акиташ + ДА + MgO+Fe_2O_3 катнашы 25:20:4:1-95,0 Байламтасы силикаттык клей -5,0	600	90	7,0± 0,5	1,4±0,3	0,04	1,02
5.	Акиташ+ДА+ППЦ+MgO+ +Fe_2O_3 катнашы 10:4:3:2:1-93,0 Байламтасы силикаттык клей -7,0	600	90	6,8±0,4	1,45±0,3	0,03	0,98

Эскертме:
1) Жалал-Абад облусунун Чаңгетсуусунун доломиттештирилген ангидриди.
2) глинозёмдуу портладцемент.

Термоиштетүүнүн тартиби (ысытуу температурасы – Т,К жана ушул Тда кармап туруунун убактысы $t_{выд}$, мүнөт), сыналган контейнердин тороидинин бийиктиги – h_T, мм, жылчыксыз бекемделген катмарынын калыңдыгы $h_з$, мм, бирөнчөйлүктүн критерийи q жана пресстин күчүн пайдалануунун эфективдүүлүгүнун коэффициенти d.

Деформацияланып тыгыздалуучу катмардын калыңдыгы ЖБАнын иштөөсүнүн негизги мүнөздөмөлөрүн бири болуп эсептелет. ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлеринин эки түрдүү курамынын мисалында жылчыксыз бекемдөөчү катмардын калыңдыгынын пресстин күчүнөн болгон көз карандылыгы 2 – сүрөттө көрсөтүлгөн. Экинчи ийри сызык байламтасы БФ4 бакелит лагы болгон курамы акиташтан жана доломиттен турган контейнердин композиттик материалына таандык. Биринчи ийри сызык болсо доломиттен,

пластифицирленген портландцементтен жана Mg, Fe оксидеринен турган курамы таттаал болгон контейнердин композиттик материалы үчүн алынган.



2-сүр. ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнеринин жылчыксыз бекемделген катмарынын калыңдыгынын пресстин күчүнөн болгон көз карандылыгы. Контейнердин материалы: 1 – доломиттин, пластифицирленген портландцементтин жана Mg, Fe оксидеринин композициясы; 2 – байламтасы бакелит лагы болгон акиташтын жана доломиттин композициясы.

Көрүнүп тургандай, жылчыксыз бекемделген катмардын калыңдыгынын пресстин күчүнөн болгон көз карандылыгынын өнүүгүсүн кысуунун багыты боюнча шарттуу түрдө эки баскычка (участокко) бөлүп кароого болот. Жылчыксыз тилкенин калыңдыгынын өзгөрүүсүнүн ушундай эле мыйзам ченемдүүлүгү ОТДдагы реакциялык камерада басым жаратууну $h_з$ жана контейнердин баштапкы бийиктигинен болгон көз карандылыгынын ченөө учурунда дагы байкалган.

I-баскыч. Контейнердин деформациясы кысуунун бул этабында пресстин анчалык чоң эмес жана көп өзгөрүлбөгөн күчүнүн негизинде ишке ашат. Эреже катары, кысуунун жүрүшүнүн көпчүлүк бөлүгү ушул учатокко туура келет. Контейнердин материалы майдаланып матрицалардын ортосундагы тегерек көңдөйгө агып чыгат. Контейнердин материалы толук бойдон талкаланып бүткөндөн кийин жаңыдан калыптанган сыныксыз түзүлүш пайда болот, бирок, байланыш начар болгондуктан контейнер оңой эле чачылып кетиши мүмкүн.

II-баскыч. Бул баскычта пресстин күчүнүн интенсивдүү өсүү учурунда жылчыксыз катмардын калыңдыгы жай жана бир аз эле өзгөрүлөт. Контейнердин материалынын бекемдиги алгылыктуу өсөт, деформацияланып бекемделүүчү тилке реакциялык көлөмдү жылчыксыз кылып бекемдейт. Бул контейнердин материалынын ЖБАнын ойукчасынан агып чыгуусуна тоскоолдук кылуусуна алып келет. Контейнерди бул баскычтын учурунда

кысуудан контейнердин материалынын бирдиктүү ажырагыс түзүлүшү пайда болот.

Пресстин күчүнүн бирдей учурунда контейнерди кысуу аралыгынын жана жылчыксыз катмардын калыңдыгынын II-баскычта чоңураак болушуна алып келген контейнердин материалдары ЖБАнын ортосудагы катмарга коюлган талаптарга жооп берген эң мыкты материал болуп саналат. Контейнердин бийиктигин кыскартуу I-баскычтын аралыгын азайтууга алып келердиги табылган. Кээ бир учурларда, контейнердин бийиктиги кыска болгондо I-баскыч байкалган эмес, бирок бул учурда $h_з$ кескин түрдө кичирейгендиктен алмазды синтездөө үчүн жарактуу басымга жетүүгө мүмкүн болбой калат. Жеткиликтүү басымга жеткен учурда деле реакциялык кутучаны ысытуу мезгилинде жогорку басымды кармап турган жылчыксыз катмардын бузулушу көп учурларда байкалган.

Эксперименттик изилдөөлөрдө контейнерлердин жогорку бекемдиктеги материалдарында айрыкча алардын бекемдиги 25-30 МПа дан жогору болгон учурларда алардын пластикалык деформациясы текшилигинин ыдыроосу менен коштолуусу байкалган. Мында бекемдиги канчалык жогору болсо зарыл болгон иштөө басымына жетүү үчүн ошончолук көп күч талап кылынат. Бекемдиги 45-50 МПа га барабар же андан жогору болгон учурда контейнерлер борпоңдука ээ болуп кысуу учурунда бүт көлөмү боюнча майдаланып андан ары кысууда жогорку басымды жаратуучу монолиттик түзүлүшкө ээ болбой калат.

Эгерде контейнердин материалынын бекемдиги төмөн болсо анда пластикалык деформация чоң эмес күчтүн таасиринде жүрөт. Бул кысуунун узагыраак жолун талап кылат, б.а. экинчи сүрөттөн (2-ийри сызык) көрүнүп тургандай зарыл болгон басымга жетүү үчүн көп күчтү колдонууга алып келет. Мындан тышкары, контейнердин материалынын бекемдигинин аздыгы реакциялык кутучаларынын туура цилиндрлик келбетин жана ЖБАнын катуу кошулмалуу матрицасынын түбөлүктүүлүгүн камсыздай албайт.

Контейнерлердин иштөө мүмкүнчүлүгүн (ишенимдүүлүгүнүн) изилдөөдө байкалган ОТД түрүндөгү ЖБАда жогорку басымды жаратууда контейнерлердин кемчиликтерин жоюу же минимумга алып келүү максатында биз тараптан бекемдиги катмарланып күчөтүлгөн контейнерлер сунушталган.

ОТД түрүндөгү ЖБАнын катмарланып бекемдиги күчөтүлгөн контейнерлерин жасоо технологиясы кадимки эле контейнерлерди жасоодо колдонулган технологиясындай эле. Айырмачылыгы кошумча бекемдиги күчөтүлгөн катмардын шихтасы (аралашмасы) негизги контейнердин материалынын шихтасынын байламтасын пайдалануу менен жасалгандыгы болуп эсептелинет. Навескалардын массалары алынуучу контейнердин көлөмүнө жана катмарларынын курамынын эсептелинген тыгыздыгына жараша эсептелинген. Навескалар пресстөө үчүн пресс-формага куюлат, керектүү учурда катмардын чеги жука фольга менен бөлүнүп функциясын аткаргандан кийин алынып салынат.

ЖБА контейнерлеринин бекемдигин күчөтүлүүчү катмарларынын курамы 85-95 массалык % контейнердин негизги материалынан, ал эми калган

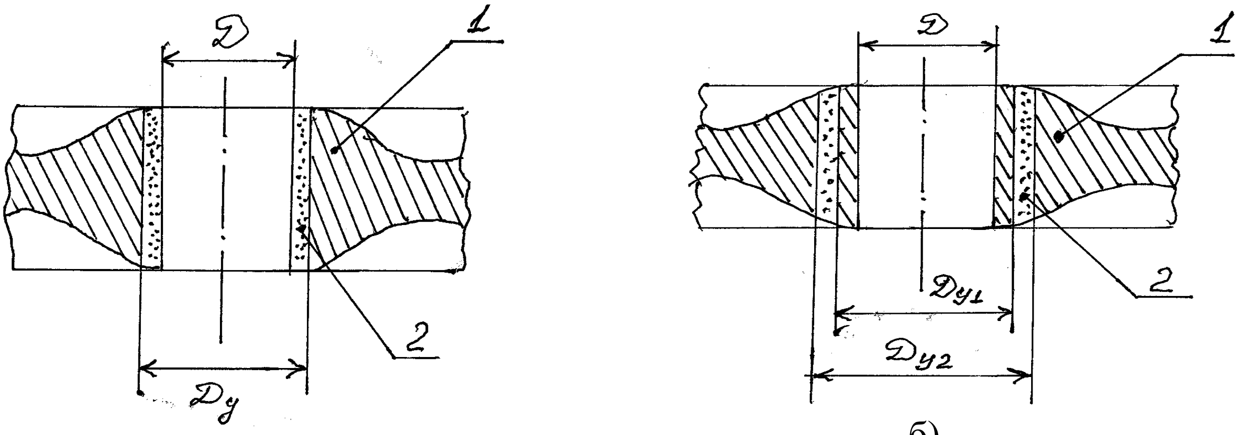
5-15 массалык % бекемдигин күчөтүүчү заттар: MgO, Fe_2O_3 жана жогорку чополуу портландцемент турат. Бекемдигин күчөтүүчү заттар өз алдынча жана айкалышкан түрдө колдонулган.

Диссертациялык иште өтө катуу заттарды жана ошондой эле алмаздардын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөө үчүн ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлеринин төрт түрүн иштеп чыгуунун натыйжалары келтирилген: I. Реакциялык кутучага түздөн түз тийешелүү радиалдык – концентриттик тилкенин бекемдигин күчөтүү; II. Реакциялык кутучадан кандайдыр бир аралыкта жайгашкан радиалдык – концентриттик тилкенин бекемдигин күчөтүү; III. Сырткы катмарында жайгашкан тилкенин бекемдигин күчөтүү; IV. Орто жагында жайгашкан тилкенин бекемдигин күчөтүү.

Радиалдык – концентриттик бекемдөө. Реакциялык кутучаны баштапкы күкүм түрүндөгү көмүртектүү материал же тыгыздыгы төмөн болгон графит менен толтурган кезде анын туура цилиндрлик келбетин сактоо максатында, контейнердин борбордук бөлүгүн анын жалпы көлөмүнөн өзгөчөлөнгөн бекем жана ички сүрүлүү коэффциенти жогору болгон материалдан жасоо идеясы болгон. Ички сүрүлүү коэффциенти жогору болгон бекем заттарга металлдардын оксиддери, мисалы Fe_2O_3 жана MgO кирет. Ушундай бекемдиги күчөтүлгөн катмардын схемалык көрүнүшү 3-(а) I – түр сүрөтүндө көрсөтүлгөн.

Контейнерди кысуу жана пластикалык деформациялоо учурунда ушул концентриттик катмарланып бекемдиги күчөтүлгөн I-түрүндөгү бекемдиги күчөтүлгөн катмар азыраак бузулууга дуушар болуп жана ички сүрүлүү коэффициентинин чоңдугуна жараша жогорку басымды жаратуунун I-баскычында эле реакциялык кутучада жылмышып агуусу токтогондуктан реакциялык кутучанын келбети жана бүтүндүгү сакталат.

Эгерде реакциялык көлөмдү (брикет) бир туташ бүт графит менен толтурулган учурда, мисалы МГ – ОСЧ маркасында, концентриттик бекемдиги күчөтүлгөн катмарды реакциялык кутучадан кандайдыр бир белгилүү эксперименталдык жол менен аныкталуучу жана алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллын синтездөө үчүн пайдалануучу графиттин тыгыздыгынан көз каранды болгон аралыкта жайгаштыруу сунушталат. Мындай бекемдиги күчөтүлгөн катмардын схемалык көрүнүшү 3-(б) сүрөтүндө көрсөтүлгөн.



а) б)

3-сүрөт. ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлеринин кесилишинин концентриттик бекемдиги күчөтүлгөн тилкелердин жайгашуусунун схемалык көрүнүшү. 1 – контейнердин негизги материалы, 2 – бекемдиги күчөтүлгөн катмар.

Бекемдиги күчөтүлгөн катмардын ушундай түрдө жайгашышы (II-түр) жогоруда айтылган касиеттеринин негизинде ал реакциялык кутучанын айланасындагы контейнердин материалын көзөнөкчөдөн агып чыгуусуна тоскоолдук кылып жана жогорку басымды жаратуу учурундагы II-баскычта реакциялык тилкени бир калыпта кысуу менен анын цилидрлик келбетин сактайт.

Контейнердин сырткы катмарларынын бекемдигин күчөтүү. реакциялык тилкеде жогорку басымды жаратуу учун контейнерлерди кысуу ВК-6, ВК-6С маркасындагы катуу кошулмаларынан жасалган матрицада жүрөт, ушул учурда контейнердин материалынын матрицанын бетинде жылмышып агуу процесси жүрөт.

Контейнердин сырткы катмарынын бекемдөөнүн максаты контейнердин материалынын катуу кошулмалуу матрицанын бетинен жылмышып сүрүлүүсүн көбөйтү болуп эсептелет. Бул максатка жетиш үчүн бекемделген материал жетиштүү түрдө катуу жана ички сүрүлүү коэффициенти чоң болушу абзел. Бул касиетке ээ болгон жеткиликтүү материалдар: Fe_2O_3, MgO жана портландцемент болуп эсептелинет. Контейнерлердин сырткы катмарларын көрсөтүлгөн заттар менен бекемделгенде, реакциялык кутучасы толтурулган контейнерди кысууда, контейнердин материалы тороиддин көңдөйчөсүнөн агып чыгуусу бекемделбеген контейнерлерге караганда эрте токтотулат. Бул жеткиликтүү жогорку ички сүрүлүүнүн жана катуулуктун натыйжасында ишке ашат. Матрицанын бети менен жылмышып бараткан контейнердин материалынын ортосундагы сүрүлүү күчү көбөйөт, бул болсо жылчыксыз катмардын эрте пайда болусуна алып келет. Ошонтип бул жылчыксыз катмардын калыңдыгын көбөйтүп жогорку басымды жаратуудагы II-баскычтын узарышына жана ЖБАнын тетиктерин жакшы эптештирүүгө алып келет. Контейнерлердин катмарланып бекемделген бул түрүнүн схемалык көрүнүшү 4.а. сүрөтүндө көрсөтүлгөн.

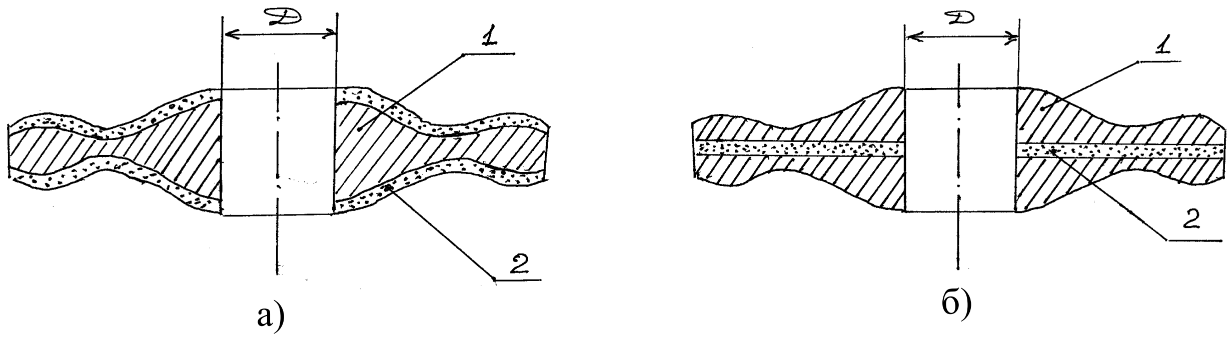


Рис. 4. ОТД түрүндөгү ЖБА контейнерлеринин катмарланып-бекемделген схемалык көрүнүшү. а) III-түрү – Сырткы катмардын бекемдигин күчөтүү; б) IV – Ортоңку бөлүктүн бекемдигин күчөтүү.

4 (б) сүрөтүндө көрсөтүлгөндөй контейнерлердин бекемдигин күчөтүүнүн IV-түрүндө алардын ортоңку катмардын бекемдиги күчөтүлөт. Бул жерде контейнерди кысууда ички сүрүлүү коэффициенти жогору болгондуктан контейнердин материалынын ортоңку бөлүгүнүн кыймылы жана агуусу кыйындатылат да батыраак жылчыксыз катмар пайда болуп, ойукчадан жана тороидден көп көлөмдөгү материалдын агып кетүүсүнө мүмкүндүк бербейт. Бул ошондой эле реакциялык көлөмдө жогорку басымды жаратуунун II баскычында пресстин прошенинин жүрүшүн көбөйтөт. $h_з$ чоңдугунун жогорулоосу ЖБАнын иштөө жөндөмдүүлүгүн жакшыртууга алып келет. Алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөөгө талап кылынган жогорку басым пресстин күчүнүн азыраак болгон маанисинде жетишилет. ЖБАнын контейнерлеринин бекемдигин күчөтүүнүн ушундай түрү реакциялык кутучанын келбетин өзгөртпөй цилиндрлик түрүн сактайт. Мындай контейнерлерде синтезделген карбонадо алмаздары туура цилиндрлик көрүнүшкө ээ болот.

Бизде иштелип чыккан ОТД түрүндөгү ЖБА контейнерлеринин композиттик катмарланып бекемдиги күчөтүлгөн материалдардын негизи катары: литографиялык таш (известняк), доломиттештирилген ангидрид, MgO, Fe_2O_3 жана жогорку чополуу портладцементтен 10:4:2:1:3 катышында, тиешелүү түрдө, жасалган. Суу аралашмасындагы поливинил спирти байламта катары колдонулган.

Реакциялык кутучанын көлөмү 0,33 $см^3$ болгон катмарланып бекемдиги күчөтүлгөн контейнерлери ар бир курамынан жана түрүнөн 5 даанадан кем эмес даярдалган.

Иштелип чыккан контейнерлерди эксперименталдык изилдөө түздөн-түз алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөөдө жүргүзүлгөн. Курамы жана тажрыйбанын натыйжасы төмөндөгү 2 – таблицада берилген.

Таблица 2 – 5 контейнерлерде синтезделген карбонадо алмаздарынын түрү, курамы жана натыйжалары

Бекемделүүчү катмардын түрү	Бекемделүүчү катмардын курамы, массалык %			Карбонадонун чыгуу салмагы, карат	Карбонадонун чыгуу салмагынын көбөйүүсү, %%
	Fe_2O_3	MgO	Жогорку чополуу портландцемент		
Бекемделген катмары жок учурда	---	---	---	21,0 ± 1,0	
I	1,0 4,0 7,0	1,0 2,0 3,0	3,0 4,0 5	22,0 ± 0,5 29,0 ± 0,7 23,5 ± 0,6	4,7 ± 2,3 38,0 ± 2,7 11,9 ± 2,6
II	2,0 4,0 6,0	1,0 2,0 3,0	2,0 4,0 7,0	24,5 ± 0,6 31,0 ± 0,8 27,0 ± 0,7	16,6 ± 2,4 47,6 ± 2,6 28,5 ± 2,6
III	2,0 5,0 7,0	2,0 4,0 3,0	2,0 6,0 5,0	23,0 ± 0,6 26,0 ± 0,7 24,0 ± 0,6	9,5 ± 2,6 23,8 ± 2,7 14,2 ± 2,5
IV	2,0 4,0 6,0	2,0 3,0 4,0	1,0 3,0 5,0	21,5 ± 0,6 27,0 ± 0,9 22,5 ± 0,7	2,4 ± 2,79 28,5 ± 3,3 7,1 ± 3,1

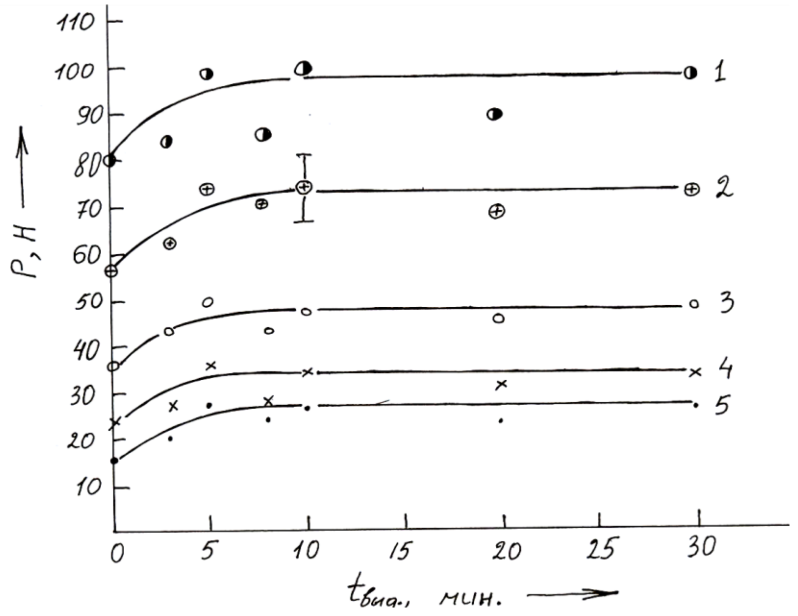
2 – таблицада көрүнгөндөй катмарланып бекемделген контейнерлерди колдонуу синтез натыйжасын орточо эсеп менен 26,25 % га көбөйтөт.

Үчүнчү бапта төмөнкү температурада иштетүүнүн САдардын бекемдигинин көрсөткүчүнө тийгизген таасирин изилдөөнүн натыйжалары чагылдырылган. Жумушта изилдөөлөр ОТД түрүндөгү ЖБАда басымдын ченеми 7,7 ГПа жана температурасы 1400-1500 Кде алынган САнын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарында жүргүзүлгөн.

Эксперименттер үчүн САдын поликристаллдарынын дандуулугу 630/500, 500/400, 400/315, 315/250, 250/200, 200/100 жана 80/63 мкм болгон күкүмдөрдүн үлгүлөрүнүн жети фракциясы бөлүнүп алынган. САдын монокристаллдык үлгүлөрү графит + металл-эритмеси системинде өстүрүлгөн. Металл-эритмеси үчүн Ni жана Mn тен турган кошулма пайдаланылган. Бекемдикти аныктоо үчүн кысуунун статикалык ыкмасы

Эң майда фракциялардан (дандуулугу 200/100 жана 80/63 мкм) тышкары, баардык сунушталган күкүмдөрдүн бекемдигин аныктоо үчүн кысуунун статикалык ыкмасы колдонулган. Сыноолор Украина УИАсынын өтө катуу заттар Институтунун конструкциясы болгон ДА-2М установкасында өткөрүлгөн.

Ар түрдүү дандуулуктагы карбонадо поликристаллдарынын бекемдигинин көрсөткүчүнүн суюк азотто ар кандай убакытта иштетүүдөн болгон көз карандылыгы 5-сүрөттө көрсөтүлгөн.



5-сүр. Синтетикалык карбонадонун ар түрдүү дандуулуктагы күкүмдөрүнүн талколоочу жүгүнүн 77 Кде кармоо убакытысынан көз карандылыгы. Ийри сызыктагы сандар күкүмдөрдүн дандуулуктарын көрсөтөт: 1 - 630/500, 2 – 500/400, 3 – 400/315, 4 – 315/250, 5 – 250/200 мкм.

5 – сүрөттөн көрүнүп тургандай, бардык изилденген СА поликристаллдарынын дандуулуктарынын талколоочу жүгүнүн (Р) суюк азотто ар кандай убакытта кармоодон болгон көз карандылыгы сапаттык жагынан бирдей мүнөзгө ээ. алып жүрөт. Бардык изилденген үлгүлөр үчүн суюк азотто 5 мүнөттүк убакытта кармагандан кийин бекемдигинин көрсөткүчүнүн алгылыктуу көбойүсү байкалып турат. Суюк азотто кармоо убактысын ($t_{выд}$) андан ары 10 мүнөткө чейин узартуу $P=f(t_{выд})$дын каныгуусуна алып келет. САдардын үлгүлөрүн суюк азотто 10 мүнөттөн баштап 30 мүнөткө чейин иштетүүдө талколоочу жүктүн чоңдугу ченөөнүн каталыгынын аймагында бирдей мааниге ээ болуп кала берет

САдын карбонадо поликристаллдарынын бекемдигинин көбөйүсүн алардын жылуулуктун кеңейүү коэффициенти жана жылуулук өткөрүмдүүлүгү (жылуулуктун кеңейүү коэффициенти никелдики $14 \cdot 10^{-6}K^{-1}$, хромдуку $7{,}78 \cdot 10^{-6}K^{-1}$ жана алмаздыкы $1{,}2 \cdot 10^{-6}K^{-1}$) бири-биринен көп эсе айырмаланган алмаздык, металлдык жана графиттик фазалардан жана түзүлүштүк микро, макро дефектерден тургандыгы менен түшүндүрүүгө болот. Үлгүлөрдү суюк азотто бат муздатканда аларда температуралык градиент пайда болгондуктан үлгүлөрдүн үстүнкү катмарлары чоюуу чыңалуусуна дуушар болот, кысуу чыңалуусуна ээ болгон борбордук ички ысык катмарлары ага каршылык көрсөтөт, бул кубулуш микробоштондуктун жана дандардын чек арасын өзгөртүүгө ошондой эле фазалардын, кристаллиттердин биригүү күчтөрүнүн чоңойуусуна алып келет. Андан ары үлгүлөрдү бөлмөлүк температурага чейин жылытканда жылуулук чыңалууларынын калдыктарынын эсебинен алмаздык кристаллиттердин тыгызданууусуна (анткени, алмазга караганда металлдардын кошулмалары көбүрөөк кысылат), алардын бири-бири менен болгон байланыштарын күчөтүүгө алып келиши мүмкүн.

Бул жерде белгилей кетүүчү нерсе, үлгүлөрдү бат муздаткан кезде карбонадо поликристаллдык САдардын курамындагы металлдык кошулмаларда мартенситтик түрүндөгү фазалык өтүүлөр болуусу ыктымал. Карбонадо алмаздарын синтездөөдө металл-катализатор эритме катары нихром кошулмасы колдонулган. Карбонадо поликристаллдын САдарынын курамындагы металл кошулмалары 8-10% түзөт, ошолор, негизинен поликристаллдык САдардын бекемдик касиеттерин аныктайт. 77 Кде муздатылган үлгүлөрдү кайра жылыткан мезгилде ички чыңалуулардын реакциясы мартенситтик түрдөгү өзгөрүүлөрдүн толук абалына келбөөсүнө – гистерезистин пайда болуусуна алып келиши мүмкүн. Бул дагы карбонадо поликристаллдык САдарды суюк азотто (77К) иштеткенде бекемдигинин көбөйүүсүнүн себептеринин бири болушу мүмкүн.

Жумушта, ошондой эле САдардын монокристаллдарын төмөнкү температуранын таасирине чейинки жана кийинки бекемдиги изилденген. Эксперименттик натыйжалар көрсөткөндөй СА монокристаллдарынын бекемдүүлүгүн талкалоо чыңалуусунда суюк азотто иштетилген поликристаллдардын өскөн бекемдигине салыштырмалуу көрүнүктүү өзгөрүүлөр байкалган эмес.

Төртүнчү бапта рентгенографиялык электрондукмикроскопиялык изилдөөлөрдүн натыйжаларына жана талкууларына арналган.

Төмөнкү температуранын САдын моно жана поликристаллдарынын түзүлүшүнө тийгизген таасирин Лауэ жана Дебая-Шеррардын ыкмалары менен рентгенотүзүлүштүк анализ колдонулган. Алмаздын өз-өзүнчө кристаллдарынын криогендик иштетилгенге чейинки жана кийинки сырткы келбети жана тышкы катмары S3400N, КАРС, TESCAN 3 LMH растр электрондук микроскопто изилденген. Визуалдык байкоолор бинокулярдык стереографиялык микроскоптун МБС-10 дун жардамы менен жүргүзүлгөн.

Бул рентгенограммаларды ченөөнүн жана кристаллдык торчонун параметрин эсептөө натыйжалары баштапкы карбонадо кристаллдар үчүн 3-таблицасында жана криогендик иштетилгенден кийинки (77 К) кристаллдар үчүн 4-таблицасында көрсөтүлгөн.

3-таблицада көрүнүп тургандай, карбонадо микро түзүлүшүнө ээ болгон синтетикалык поликристаллдын элементардык торчонун мезгилдин аралыгы 0,3607±0,0002 нм ге барабар. Алынган α нын мааниси алмаздын идеалдуу таза элементардык торчосунун 0,3567 нм ге барабар болгон мезгилдик аралыгына салыштырмалуу $4 \cdot 10^{-3}$ нм ге чоңураак. Бул синтетикалык поликристаллдык алмаздардагы кошулуулардын көптүгүнөн кабар берет, кошундулар поликристаллдык алмаздардын элементардык торчосуна алмаз жогорку басымда жана жогорку температурада өсүп жатканда кириши мүмкүн, ушу себептен өлчөмүнүн чоңойуусуна алып келет.

Таблица 3 – Синтетикалык карбонадонун баштапкы кристаллдарынын кристаллдык түзүлүшүнүн жана фазалык курамынын мүнөздөмөлөрү

2 L,мм	θ, град.	$d_{нкL}$,нм	α, нм	HKL	Вещество
39,7	18,1	0,3382		002	Графит
49,8	24,9	0,213		100	Графит
51,5	25,7	0,2064	0,3575	111	Алмаз
60,9	30,4	0,1769	0,3538	200	Никель
90,3	45,15	0,126	0,3574	220	Алмаз
112,9	56,4	0,1075	0,3579	311	Алмаз
113,9	56,95	0,1067	0,3540	311	Никель
165,9	83,0	0,0902	0,3607	400	Алмаз

Таблица 4 – 77 К температурасында иштетилген синтетикалык карбонадонун кристаллдык түзүлүшүнүн жана фазалык курамынын мүнөздөмөлөрү

2 L,мм	θ, град.	$d_{нкL}$,нм	α, нм	HKL	Вещество
49,7	24,84	0,112		100	Графит
54,2	27,1	0,1965	0,3403	111	Алмаз
93,6	46,8	0,1228	0,3473	220	Алмаз
115,7	57,9	0,1057	0,3504	311	Алмаз
167,9	84	0,09	0,3600	400	Алмаз

3 жана 4 таблицаларын салыштыруу 5-мүнөтүк криогенттик иштетилген СА поликристаллдарынын элементардык торчосунун мезгилдик мааниси баштапкы кристаллдардын ушундай эле мезгилдик аралыгына караганда $7 \cdot 10^{-4}$ нм аздыгын көрсөтүп турат.

Ар кандай аралыкта суюк азотто иштетилген жана баштапкы иштетилбеген САнын монокристаллдарын Лауэ рентгенограммалары интерференциялык тегерек тактардын ордуна борборун көздөй багытталган ар кандай узундуктагы штрихтердин “куйруктардын” пайда болгонун көрсөттү. Бул кубулуш кристаллдын калыбынан ажыраганынан же ар түрдүү багыттарда жайгашкан бөлүкчөлөргө ажыраганынан кабар берет. Биз тараптан бул ар түрдүү багыттарга бөлүнүүнүн ченемине баа берилген. Бөлүкчөлөрдүн ар түрдүү багыттагы бурчу алгачкы үлгүлөрдө 17,7' ден суюк азотто (77 К) 10-20 мүнөт аралыкта иштетилген үлгүлөрдө ~36' чейин өзгөрүлгөн.

Ошондой эле диссертациялык жумушта, лазер жана төмөнкү температурада иштетилген САнын моно жана поликристаллдарынын түзүлүштөрүнүн өзгөрүүлөрүнүн рентгенограмманын Дебай ыкмасы менен изилдөөлөр аракети болгон. СА моно жана поликристаллдарынын үлгүлөрү суюк азотто муздатылгандан кийин ЛТН 102 толкун узундугу 1064 нм болгон түзүлүшүндө лазер менен таасирленген. Суюк азотто иштетилген жана лазер менен нурландырган поликристаллдарынын үлгүлөрүнүн рентгенограммасы жана аны эсептөөлөр натыйжасы неодимдик лазер менен 30 секунд ичинде нурлангандан кийин дебаяграммада төмөнкү өзгөрүүлөрдү көрсөттү: алмаздын 111 сызыктарынын ургалдуулугу кескин азайган, никель металлынын

сызыгынынургалдуулугу өскөн. Алмаздын 311 сызыгы нурландырылгандан кийин ордунан жылган, бул торчонун мезгилдик аралыгынын өзгөрүүсүнө байланыштуу болушу мүмкүн.

Суюк азотто иштетилген жана лазер менен нурландырылган монокристаллдардын дебаяграммасы, үлгүлөрдүн фазалык курамы өзгөрүлбөгөнүн, үлгүдө графиттин бардыгы көрсөттү. Төмөнкү температурада иштетилген жана лазер менен таасирленген монокристаллдардын алмаздын кристаллдык торчосунун мезгилдик аралыгы: $\alpha = 3{,}567 \pm 3 \cdot 10^{-3} A^{o}$ го барабар.

КОРУТУНДУУЛАР:

1. ЖБАнын ОТД тибиндеги контейнерлердин катуу фазалык жогорку басымдын аппаратынын контейнерлерининин материалдарына болгон негизги талаптар жана контейнерлердин иштөөсүнүн эффективдүүлүгүнүн критерийлери системдештирилген жана негиздеп түзүлгөн.
2. Контейнерлердин матеиалдарынын пластикалык деформациясынын эки баскычтуулугун камтыган контейнерлерди кысуудагы жалпы мыйзамдуулук такталган. Мында, матрицанын уячасынын реакциялык тилке менен жылчыксыз бекитилишин марттаган 2-баскычтын ролунун өзгөчө маанилүүлүгү табылган.
3. ОТД тибиндеги ЖБА контейнерлерин жасоо үчүн кыйла келечектүү болуп, Кочкордогу галит жана башка байламалар кошулган пластифицирленген портландцемент MgO, Fe_2O_3 оксиддери дисперстик бекемдөөчү катары курамына кирген Сары-таштагы акиташ (известняк), Чаңгетсуудагы доломиттертирилген ангидрид жана Ак-түздөгү силиманиттер (пирофилит) негизиндеги композиттик материалдар экендиги аныкталган.
4. ЖБАнын иштөө жөндөмдүүлүгүн жогорулаткан ОТД тибиндеги ЖБА композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлердин 4 түрү иштелип чыккан.
5. Композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлерди колдонуу синтездөөнүн продукциясын орточо 26%га көбөйүүшү көрсөтүлүп такталган.
6. Төмөнкү температура (77 К) САдын поликристаллдарына тийгизген таасири алардын бекемдигин баштапкы алмаздардын бекемдигине салыштырмалуу 1,8 эсеге көбөйтүүсү табылган.
7. Биринчи жолу, төмөнкү температуранын САдын монокристаллдарына тийгизген таасири, САдын поликристаллдарынан айырмаланып, алардын бекемдигин алгылыктуу өзгөрүүлөргө алып келбестиги аныкталган.
8. Аныкталган бекемдиктин көбөйүү эффектисине түшүнүү үчүн температуранын бир далай өзгөрүүлөрүнө ылайык кристаллдардагы термочыңалуулардын өнүгүшүнө негизделген бекемделүүнүн мүмкүн болгон механизмдери сунушталган.
9. Карбонадо тибиндеги алмаздын поликристаллдарын суюк азотто иштетилгенден кийин алардын элементардык кристаллдык торчолорунун мезгилдик аралыгынын азайышы аныкталган.
10. САнын монокристаллдарын криогендик иштетүүдөн кийин кристаллдардык бөлүкчөлөрүнүн майдаланышы жана бөлүкчөлөрүнүн

багыттарынын өзгөрүүлүсүнүн бурчу баштапкы үлгүлөрдө17,7ден криогендик иштеттүүдөн кийинки үлгүлөрдө 36 мүнөткө чейин өсүшү байкалган.

Жарыяланган иштердин тизмеси:

1. Хайдаров Б.К. Изучение влияния низких температур на прочностные свойства поликристаллов синтетического алмаза [Текст] / О.Ч. Кожогулов, Б.К.Хайдаров // Вестник. КНУ им.Ж.Баласагына, -Бишкек, 2007, Сер.3, С.24-28.
2. Хайдаров Б.К. Структура и фазовый состав монокристаллов синтетического алмаза после низкотемпературных обработок [Текст] / Б.К. Хайдаров, К. Хайдаров // Труды Международной конференции по распространению упругих и упругопластических волн, посвящённой 100-летию со дня рождения акад.,Героя социалистического труда Х.А. Рахматулина, -Бишкек, 2009, - С. 380-383.
3. Хайдаров Б.К. Влияние внешних воздействий на физико-механические свойства синтетических алмазов [Текст] / Б.Д. Минбаева, Б.К. Хайдаров // 13-я научная молодежная школа по твердотельной электронике “Физика и технология микро- и наносистем”, -Сант-Петербург, 2010, -С. 52-56.
4. Хайдаров Б.К. Исследование получения и упрочнения поликристаллов синтетического алмаза типа карбонадо [Текст] / Б.К. Хайдаров // Известия НАН КР, -Бишкек, 2012, № 1. - С. 37-40. https://elibrary.ru/contents.asp?id=34336294. импакт-фактор РИНЦ – 1,52.
5. Хайдаров Б.К. Влияние низкотемпературной обработки на прочность и структуру моно- и поликристаллов синтетического алмаза [Текст] / Б.К. Хайдаров, К. Хайдаров // II международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ», -Санкт-Петербург, 2012, - С. 410-416. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pimi_2016_19_42
6. Хайдаров Б.К. Синтез, прочность и структура поликристаллов алмаза [Текст] / Б.К. Хайдаров // Материалы XII Международной научной конференции «Физика твёрдого тела», - Астана, 2014, - С. 204-208.
7. Хайдаров Б.К. Обработка жидким азотом композиционных алмазосодержащих материалов инструментального назначения [Текст] / К. Хайдаров, А.К. Арыков, Б.К. Хайдаров // Научный информационный журнал «Материаловедение», -Бишкек, 2014, № 1 (4), - С. 31-35.
8. Хайдаров Б.К. Свойства поликристаллов алмаза, синтезированных в контейнерах аппарата высокого давления из местного минерального сырья [Текст] / Б.К. Хайдаров // Научный и информационный журнал «Материаловедение», -Бишкек, 2014, № 2 (5), - С. 151-154.
9. Хайдаров Б.К. О процессе сжатия контейнеров аппаратов высокого давления [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, К. Хайдаров // Сборник трудов. XI Иссык-Кульская международная школа- Конференция по радиационной физике твёрдого тела SCORPh, -Каракол, 2015, - С. 119-124.
10. Хайдаров Б.К. Слоистые композиционные контейнеры аппаратов высокого давления [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, К. Хайдаров // Научный

информационный журнал «Материаловедение», -Бишкек, 2016, №1 (12), - С. 26-29.
11. Хайдаров Б.К. Генерация высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров // Научный журнал «Физика», -Бишкек, 2016, №2, - С. 146-152.
12. Хайдаров Б.К. Композиционные послойно-упрочненные контейнеры для синтеза алмаза [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, К. Хайдаров // Научно-методический журнал. Наука, техника и образование, -Москва, 2016, №7(25), - С. 14-17. https://3minut.ru импакт-фактор РИНЦ – 1,56.
13. Хайдаров Б.К. Особенности контейнеров аппаратов высокого давления для синтеза искусственных алмазов, изготовленные из местного сырья [Текст] / К. Хайдаров, О.Соронбаев, Б.К. Хайдаров // Научный и информационный журнал «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» Тр. Межд. Конфер. «Рахматулинские-Ормонбековские чтения», - Бишкек, 2017, №1 (13), -С. 121-123.
14. Хайдаров Б.К. Влияние низкотемпературных обработок на показатель прочности поликристаллов синтетического алмаза карбонадо [Текст] / Б.К. Хайдаров // Научный журнал «Физика», -Бишкек, 2017, №1, -С. 105-110.
15. Хайдаров Б.К. Исследования процесса генерации высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров // XIV Международная научная конференция «Физика твёрдого тела, функциональные материалы и новые технологии», -Караганда, 2018, -С. 175-179.
16. Хайдаров Б.К. Композиционные послойно-упрочнённые контейнеры для синтеза поликристаллов алмаза типа карбонадо [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, К. Хайдаров // Вестник Карагандинского университета, серия Физика, -Караганда, 2018, №4(92), -С. 101-107. https://Vestnik.ksu.kz , web of science core.
17. Хайдаров Б.К. Исследование и создание материалов контейнера аппаратов высокого давления на основе местного минерала [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров // Научный журнал «Физика», -Бишкек, 2018, №2, -С. 42-49.
18. Хайдаров Б.К. Исследование композиционных алмазосодержащих материалов после криогенной обработки [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, А.К. Арыков // Научный журнал «Физика», -Бишкек, 2018, №2, -С. 49-55.
19. Хайдаров Б.К. Исследование структуры, фазового состава и показателя прочности монокристаллов синтетического алмаза после обработки в жидком азоте [Текст] / Б.К. Хайдаров, В.П. Макаров, К. Хайдаров // Евразийское научное объединение «Стратегии устойчивого развития мировой науки», -Москва, 2019. –С. 77-80. http://esa-conference.ru/ импакт-фактор РИНЦ – 2,2.
20. Пат. №2078 Кыргызпатент, 20170062.1 Способ упрочнения алмазного инструмента [Текст] / К.Хайдаров, А.К. Арыков, Б.К. Хайдаров (KG); заявл. 22.05.17 ; опубл. 29.06.18г.

Хайдаров Бактыяр Камбаралиевичтин

01.04.07 – конденсирленген абалдын физикасы адистиги боюнча физика жана математика илимдеринин кандидат наамына талапкерлик боюнча “Алмаздын карбонадо поликристаллдарын синтездөө жана бекемдигин күчөтүү” темасындагы диссертациянын **резюмеси**

Урутунду сөздөр: синтетикалык алмаз, карбонадо, поликристалл, монокристалл, криогендик иштетүү, бекемдик, бекемдигин күчөтүү, жогорку басым, синтез, композиттик контейнер, рентгенннограмма.

Изилдөө объектиси: Ойукча жана тороиден турган дөшү түрүндөгү жогорку басым аппаратынын контейнерлеринин материалдары. Синтетикалык алмаздын монокристаллдары жана карбонадо түрүндөгү поликристаллдары.

Изилдөөнүн предмети: Жогорку басым аппаратында жогорку басымды жаратуу. Өтө төмөнкү температурада иштетилген синтетикалык алмаздардын физика-механикалык касиеттеринин өзгөрүлүүсү.

Жумуштун максаты: Алмаздын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарын синтездөө үчүн жергиликтүү минералдык чийки заттардын негизинде оюкча жана тороидден турган дөшү түрүндөгү жогорку басым аппаратынын композиттик контейнерлерин жаратуу жана алынган синтетикалык алмаздын поликристаллдарынын бекемдигин арзан жана жеткиликтүү ыкмалар менен күчөтүү.

Изилдөөнүн ыкмалары: Жогорку басымды репердик металлдардын жардамы менен ченөө. Рентгентүзүлүштүк, оптикалык, электрон-микроскопиялык анализдер, бекемдиктин көрсөткүчү, микрокатуулук. **Аппараттар:** ДО137«А» жана ДО-0043 моделдериндеги гидропресстери. Рентгентүзүштүк анализ – УРС- 60, КРОС, ДРОН-3.0; оптикалык анализ – МБС 10; электрон-микроскопиялык анализ – S3400N, КАРС, TESCAN 3 LMH; бекемдиги – ДА-2М; микротвердость – ПМТ3.

Илимий жаңылыктар: 1. ОТД түрүндөгү ЖБАнын контейнерлерин кысуу процессинде (пластикалык деформациялоо) эки тепкичтүү мыйзам ченемдиги жана өтө катуу заттарды синтездөөдө экинчи тепкичтин өзгөчө маанилүүлүгү аныкталган. **2.** ЖБАнын иштөө жөндөмдүүлүгүн жогорулаткан ОТД тибиндеги ЖБА композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлердин 4 түрү иштелип чыккан жана композиттик катмарланып-бекемделген контейнерлерди колдонуу синтездөөнүн продукциясын орточо 26%га көбөйүүсүнө алып келери такталып көрсөтүлгөн. **3.** Биринчи жолу төмөнкү температуранын САнын карбонадо түрүндөгү поликристаллдарына тийгизген таасиринин негизинде алардын бекемдигинин көрсөткүчү 1,8 эсеге чейин көбөйүүсү жана кристаллдык торчосунун мезгилдик аралыгынын азайуусу аныкталган. **4.** САнын монокристаллдарын криогендик иштетүүдөн кийин кристаллдардык бөлүкчөлөрүнүн майдаланышы жана бөлүкчөлөрүнүн багыттарынын өзгөрүүлүсүнүн бурчу баштапкы үлгүлөрдө17,7ден криогендик иштеттүүдөн кийинки үлгүлөрдө 36 мүнөткө чейин өсүшү байкалган.

Пайдалануу боюнча сунуштар: Өтө катуу заттарды өнөр жайда өндүрүүдө, мисалы, алмаздын карбонадо поликристаллдарын синтездөөдө. Катуулугу орточо жаратылыш таштарын жылмалоодо жана аяктоочу иштетүүдө пайдалануу үчүн эксплуатациялык сапаттары жогорулатылган алмаздык аспаптарды САдын поликристаллдарынын алдын ала бекемдиги күчөтүлгөн күкүмдөрүнөн жасоо мүмкүнчүлүгүнүн песпективдүүлүгү көрсөтүлгөн.

Колдонуунун чөйрөсү: Машина куруу, таштарды иштетүү, металдарды иштетүү, курулуш индустриясында.

РЕЗЮМЕ

диссертации Хайдарова Бактыяра Камбаралиевича на тему: “Синтез и упрочнение поликристаллов алмаза “карбонадо” на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Ключевые слова: синтетический алмаз, карбонадо, поликристалл, монокристалл, криогенная обработка, прочность, упрочнение, высокое давление, синтез, композиционный контейнер, рентгенограмма.

Объект исследования: Материал контейнера АВД типа НЛТ. Моно –и поликристаллы типа карбонадо СА.

Предмет исследования: Генерация ВД в АВД. Изменение физико-механических свойств СА после сверхнизких температурных обработок.

Цель работы: Исследование и создание композиционных контейнеров АВД типа НЛТ на основе местного минерального сырья для синтеза поликристаллов алмаза карбонадо и упрочнение полученных поликристаллов алмаза дешёвыми и доступными методами.

Методы исследования: Измерение ВД с помощью реперных металлов. Рентгеноструктурные, оптические, электронно-микроскопические анализы, показатель прочности, микротвердости. **Аппаратуры:** Гидравлические пресса модели ДО137«А» и ДО-0043. Рентгеноструктурные анализы – УРС- 60, КРОС, ДРОН-3.0; оптический анализ – МБС 10; электронно-микроскопические анализы – S3400N, КАРС, TESCAN 3 LMH; прочность – ДА-2М; микротвердость – ПМТ3.

Научная новизна: 1. Выявлена 2х стадийная закономерность процесса сжатия (пластического деформирования) контейнеров АВД типа НЛТ и исключительная роль 2й стадии при синтезе сверхтвёрдых материалов. **2.** Разработаны 4 типа композиционных послойно-упрочненных контейнеров АВД типа НЛТ на основе местного минерального сырья, которые увеличивают продукт синтеза на 26 % и улучшают работоспособность АВД. **3.** Впервые выявлено увеличение показателья прочности до 1,8 раза и уменьшение периода кристаллической решётки в поликристаллах алмаза карбонадо после низкотемпературных обработок. **4.** Впервые обнаружено измельчение кристаллических блоков в монокристаллах СА и увеличение угла их разориентировки от 17,7 в исходных образцах и до 36 минут после криогенной обработки.

Рекомендации по использованию: При промышленном производстве сверхтвёрдых материалов, например, синтезе поликристаллов алмаза карбонадо. Перспективным является использование предварительно упрочнённых поликристаллов алмаза карбонадо в создании КАМИН для обработки природного камня и строительных материалов низкой и средней твёрдости.

Область применения: Машиностроение, камнеобработка, металлообработка, стройиндустрия.

SUMMARY

of thesis on "Synthesis and strengthening of polycrystals of diamond "carbonado" submitted by Baktiyar Kambaralievich Khaidarov for a degree of candidate of physical and mathematical sciences on specialty 01.04.07 – Physics of condensed state.

Key words: synthetic diamond, carbonado, polycrystal, monocrystal, cryogenic treatment, strength, strengthening, high pressure, synthesis, composite container, radiograph.

Object of the research. Material of the container of apparatus of high pressure (AHP) of a type anvil with a hole and toroid (AHT). Mono- and poly-crystals of a type carbonado SD (synthetic diamond).

Subject of the research. Generation of high pressure (HP) in AHP. Variation of physico-mechanical properties of diamonds after ultralow temperature treatment.

Goal of the work. Study and creation of composite containers AHP of a type AHT based on local mineral raw materials for synthesis of polycrystals of diamond carbonado and strengthening the obtained diamond polycrystals by cheap and available methods.

Methods of the research. Measuring of HP with the help of reference metals. X-ray structural, optical, electron-microscopic analyses, indices of strength and micro hardness. **Equipment**. Hydraulic presses DO137 "A" and DO-0043, X-ray structural analyses - URS-60, KROS, DRON-3.0; optical analysis MBS 10; electron-microscopic analyses – S3400N, CARS, TESCAN 3 LMH; strength – DA-2M; microhardness – PMT3.

Scientific novelty. **1.** A two-stage regularity of compression process (plastic deformation) of containers AHP of a type AHT and the exceptional role of the second stage in synthesis of super hard materials were revealed. **2.** Four types of composite layer-wise strengthened containers AHP of a type AHT were developed based on local mineral raw materials, which increase the product synthesis by 26% and improve AHP efficiency. **3.** It was revealed for the first time that the strength index increases up to 1.8 times and a period of a crystal lattice decreases in polycrystals of diamond carbonado after low-temperature treatment. **4.** For the first time it was found that after cryogenic treatment the crystal blocks reduce in SD monocrystals and the angle of their misorientation increases from 17.7 in the initial samples up to 36 minutes.

Recommendations for use. In the industrial production of superhard materials and synthesis of polycrystals of diamond carbonado the use of pre-hardened polycrystals of diamond carbonado is promising in creation of composite diamond-containing material of instrumental purpose for treatments of natural stone and building materials of low and medium hardness.

Area of application: mechanical engineering, stone treatment, metal processing, building industry.

Шарттуу белгилердин тизмеси:

ЖБА – жогорку басым аппараты

ЖБ – жогорку басым

СА – синтетикалык алмаз

ОТД – оюкча жана тороидден турган дөшү

Кыскартуулардын жана аббвериатуралардын тизмеси:

БФ4 – фенолформальдегиддик чайырлуу бакелит лагы.
ВК – вольфрам карбиди.
ДА-2М – өтө катуу заттардын бекемдигинин көрсөткүчүн ченөөчү аспап
ДО-0043 – өтө катуу заттарды синтездөө жана бышыруу үчүн күчү 20 кН болгон гидравликалык пресс.
ДО137 А – өтө катуу заттарды синтездөө үчүн күчү 5 кН болгон гидравликалык пресс.
ДРОН – Жалпы колдонууга ылайкталган рентген дифрактометри.
ж. – жыл.
КР – Кыргыз Республикасы.
КРОС – кайтарым тартууга ылайыкталган рентген камерасы.
ЛСТМ ИФ НАН КР – лаборатория сверхтвёрдых материалов Института физики им. академика Ж.Жеенбаева Национальной академии наук Кыргызской Республики.
ЛТН – неодим катуу затынан турган лазер
МБС 10 – металлографиялык изилдөөлөр үчүн микроскоп.
УИА – Улуттук илимдер академиясы
обл. – область.
ПМТ3 – катуу заттардын микрокатуулугун ченөөчү аспап.
РИНЦ – Илимий шилтемелердин Россиялык индекси.
РФ – Российская Федерация.
Сүр – сүрөт.
УРС-60 – кристаллдардын түзүлүшүн анализдөөчү рентген аспабы.
ш. – шаар.

Символдордун жана ченөө бирдиктеринин тизмеси:

A^0 – ангстрем.
α – кристаллдык торчонун мезгилдик аралыгы.
^0C – градус Цельсия.
ГПа – Гига Паскаль.
D – диаметр.
d – пресстин күчүн эффективдүү колдонуу коэффициенти.
$Д_у$ – бекемделген катмардын диаметри.
К – Кельвин.
кН – килоньютон.
МПа – Мега Паскаль.
Н – Ньютон.
нм – нанометр.
мкм – микрометр.
мм – миллиметр.
Па – Паскаль.
$см^3$ – сантиметр куб.
Т – температура.
f – пресстин күчү.
h – бийиктик.
$h_з$ – кынтыксыз жабуучу катмардын бийиктиги.
p – басым.
q – бирөнчөйлүктүн критерийи.
R – радиус.
t – убакыт.
% – пайыз.
' – бурчтук мүнөт.
№ – номер.

Терминдер:

Астеризм – лауэграммалардагы дифракциялык тактардын белгилүү багыттарда жайылуусу.
Гистерезис – нерсенин абалын мүнөздөөчү физикалык чоңдук тышкы чөйрөнү мүнөздөөчү физикалык чоңдукка карата өзгөрүүчү кубулуш.