

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН БА НОМИ
АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ

Бо ҳуқуқи дастнавис

УДК 669+621.762 (575.3)



САФАРОВ Бахриддин Саидович

ИСТИФОДАИ ПЛАЗМАИ ПАСТҲАРОРАТ БАРОИ ҲОСИЛ
КАРДАНИ ХОКАИ НИМНОҚИЛ, КАТАЛИЗАТОРҲОИ СЕРЧУЗЪА
ВА КОРКАРДИ КОНДЕНСАТҲОИ ГАЗ

05.16.07 – Металлургияи захираҳои техногенӣ ва масолеҳҳои
коркарди дуҷумбора

Ф И Ш У Р Д А И

рисола барои дарёфти дараҷаи илмии
номзади илмҳои техникӣ

Душанбе – 2018

Рисола дар кафедраи «Технология, мошинҳо ва таҷҳизоти истеҳсолоти полиграфӣ»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ ва озмоишгоҳи «Маводҳои ғайриорганикӣ»-и Институти кимёи АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон ба номи В.И. Никитин иҷро гардидааст.

- Роҳбари илмӣ:** **Идиев Махмадрезбон Тешаевич**
номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи
«Технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои
металлбурӣ» ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ
- Муқарризи расмӣ:** **Азизов Рустам Очильдиевич**
доктори илмҳои техникӣ, профессор, муовини
Президенти АИ Ҷумҳурии Тоҷикистон
- Рузиев Джура Рахимназарович**
доктори илмҳои техникӣ, дотсент, и.в. профессори
кафедраи «Химияи амалӣ» факултети химияи
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
- Муассисаи пешбар:** Донишгоҳи технологии Тоҷикистон

Ҳимояи рисола «07» марти соли 2019, соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOAO.009 назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ба нишони: 734025, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо 10 баргузор мегардад.

Бо рисола ва фишурда дар китобхонаи илмии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ шинос шудан мумкин аст: www.ttu.tj

Фишурда санаи «___» феввали соли 2019 аз рӯи феҳристи пешниҳодшуда ирсол карда шудааст.

**Котиби илмии
Шӯрои диссертатсионии
номзади илмҳои техникӣ**



Бабаева А.Х.

ТАВСИФИ УМУМИИ РИСОЛА

Муҳимияти мавзӯ. Дар даҳсолаи охири асри бист ҷанбаҳои амалии плазмаи пастҳарорат бинобар имконияти истифодаи он дар ҷараёни ҳаллу фасли масъалаҳои зиёде аз қабилҳои синтези термоядроии идорашаванда, сохтани асбобҳои табилии плазмагии энергия, муҳаррикҳои плазмагӣ, генераторҳои плазмагӣ ва ғайра аҳамияти васеъ пайдо намуд.

Усули плазмакимиёвии ҳосил кардани моддаҳои нав нисбат ба тарзу усулҳои анъанавии кимиёвӣ як қатор бартариҳо дорад. Аз ҷумла, маҳсули аз плазма ҳосилшаванда нисбатан тоза буда, зинаҳои камтари реаксия дошта, майдони камтари истеҳсолиро талаб менамояд ва дар ниҳоят партови камтар дорад. Технологияи плазмагӣ аз ҷиҳати экологӣ низ бартариҳо дорад, чунки истеҳсолоти плазмакимиёвӣ муҳити атрофро ба андозаи хеле кам олула менамояд.

Айни замон ба соҳаи плазмакимиё рушду пешравӣ хос буда, дар самти равандҳои тозаии технологӣ дар баҳши кимиё, металлургия, коркарди маводот ва ғайра, ҷунончи, зимни ҳосил кардани оксиди силитсий(II), баъзе намудҳои шпинел, нитрид, карбид, фторид ва гидридҳои элементҳои гуногуни тадқиқоти сурат мегиранд. Қабл аз ҳама, алкилҳои душворғудоз ва арилсиланҳоро аз силитсий ва газҳои карбогидридӣ, пайвастагиҳои филизот ва теъдоди зиёди маҳсулоти органикиро ғайриорганикии дигарро ном бурдан мумкин аст.

Мақсади рисола аз таҳия намудани усулҳои плазмакимиёвии ҳосилкарди хоқаҳои нимноқил, катализаторҳо барои тоза кардани газҳои ихроҷӣ, оби ошомиданӣ ва фазлаоб бо истифодаи сеолитҳои табиӣ ва ангишт иборат мебошад. Ҷамвора ба ин, ҷустуҷӯ ва пайдо кардани имконияти коркарди конденсатҳои газ дар плазмаи нитроген ва ҳосилкарди карбогидридҳои беҳад, сианиди гидроген ҳадаф қарор мегирад.

Ҷиҳати таъбиқи мақсад вазифаҳои зерин ба миён гузошта шудаанд:

– тадқиқи нақши атомҳои гидрогени дар селҳои ВЧЕ-плазма тавлидбанди зимни роҳандозии реаксияҳои кимиёвии ҳосилкарди хоқаҳои хурдандозаи сульфид ва теллуридҳои қалъагӣ;

– корбурди селҳои атомҳои гидроген барои фаъолонии сеолитҳои табиӣ ва истифодаи онҳо барои ҳосил намудани катализаторҳо;

– тадқиқи равандҳои фаъолони плазмакимиёвии ангишти қони Фон-Яғноб ва ҷустуҷӯи имкониятҳои корбурди онҳо ба сифати манбаи ҳосилкарди катализаторҳои серҷузъа;

– таҳияи усули плазмакимиёвии коркарди конденсатҳои газ ва ҳосил кардани атсетилен, этилен ва сианиди гидроген.

Навгонии илмӣ рисола:

– саҳми муҳими атомҳои гидроген дар ҷараёни ҳосил шудани хоқаю қабатҳои нимноқилӣ муқаррар карда шуд;

– дар ҷараёни бомбаборон кардани омехтаи механикии хлориди қалъагӣ ва сулфур тавассути атомҳои гидроген дар девораҳои реактор қабати таҳшинот ба мушоҳида расид, ки натиҷаи реаксияи якҷинсаи пайвастагиҳои гидрогендори паррони қалъагӣ ва сулфур мебошад;

– саҳми муҳими гидриди алюминийи носара зимни ҷараён гирифтани реаксияҳои мубодилаи ҳосилшавии теллуриди қалъагии таркибан стехиометрӣ муқаррар карда шуд;

– умедворкунанда будани корбурди плазмаи пастҳарорат барои пиролизи конденсатҳои газ ва имконияти ҳосил намудани атсетилен ва гомологҳои он муқаррар карда шуд.

Аҳамияти амалии рисола:

– самаранокии корбурди ангишти қаблан бо усули барботажӣ коркардшудаи кони Фон-Яғноби Тоҷикистон барои сохтани полояҳои тозакарди об муқаррар карда шуд;

– нақшаи асосии коркарди конденсатҳои газ дар селай плазмаи пастҳарорат ва ҳосилшавии атсетилен ва сианиди гидроген таҳия карда шуд;

– усули ба қуллӣ нави ҳосил кардани хокаи нимноқил тавассути роҳандозии реаксияҳои дуруштфаза бо иштироки фаъоли атомҳои гидроген таҳия карда шуд;

– нақшаи технологии коркарди конденсатҳои газ дар селай плазмаи пастҳарорат таҳия карда шуд.

Нуқтаҳои асосии ба баррасӣ пешниҳодшавандаи рисола:

– натиҷаҳои тадқиқи нақши атомҳои гидроген дар ҷараёни баргузори реаксияҳои кимиёвӣ, ҳосилшавии хоқаҳои хурдандозаи сулфиди қалъагӣ;

– натиҷаҳои тадқиқот оид ба ташаккули қабати зиёдаандозаи теллуриди қалъагӣ;

– натиҷаҳои тадқиқи фаъолонии плазмакимиёвӣ сеолитҳо ва дар ин замина ҳосил кардани катализаторҳо барои тоза кардани газ;

– натиҷаҳои тадқиқи фаъолонии ангишт ва истифодаи он барои тоза кардани оби ошомиданӣ ва фазлаоб;

– натиҷаҳои тадқиқи ҳосил кардани атсетилен, этилен ва сианиди гидроген тавассути коркарди конденсатҳои газ дар селай плазмаи нитроген.

Баррасии натиҷаҳои рисола. Натиҷаҳои асосии рисола дар конференсияи «Мусоидати имкониятҳои ҷомеа, илм ва ташкилоти ғайриҳукуматӣ бобати нигоҳдошти гуногунии олами биологӣ ва ҳифзи муҳити атроф». фиш. маър.- Душанбе: Шинос, 2011; Маводи конф. илмӣ-техн. бахшида ба 20-солагии Истиклолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 50 солагии таъсиси «Факултети механикӣ-технологӣ» ва 20 солагии каф. «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология». – Душанбе, ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, 2011; 14 th SAS Seminar Developing Innovation and Technology Transfer in Global Security Environment. Almaty, Kazakhstan, 27-28 September, 2011; Конференсияи VII байналмилалӣ илмӣ-амалии «Дурнамои рушди илм ва маориф». Маводи конференсия. Нашри ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, Душанбе, 2014.

Маводи чопкарда. Вобаста ба натиҷаҳои тадқиқот 7 мақола ва 4 тезиси маърузаҳо чоп кард шуда, ки аз инҳо 4 мақола дар нашрияҳои тавсиякардаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таърифи расидаанд.

Саҳми муаллиф. Дар таҳлили иттилооти адабиёт, ҳалли вазифаҳои гузашташуда, таъйири ва гузаронидани тадқиқотӣ дар шароити озмоишӣ, таҳлили натиҷаҳои ҳосилшуда, дар ҷамъбасти мазмуни асосӣ ва хулосаҳои рисола иборат мебошад.

Сохтор ва ҳаҷми рисола. Рисола аз муқаддима, панҷ боб, хулосаҳои умумӣ, рӯйхати адабиёти истифодашуда ба шумули 129 ва мақолаҳои чопшуда, дар ҳаҷми 120 саҳифаи чопи компютерӣ аз 14 ҷадвал ва 33 расм иборат мебошад.

МАЗМУНИ АСОСИИ РИСОЛА

Дар муқаддима аҳамияти масъала асоснок карда шуда, мақсад, вазифаҳо, навгонии илмӣ, арзиши амалии рисола ва сохтори он баён гардидааст.

Дар боби аввал маълумот дар бораи плазмаи пастҳарорат ва корбурди он барои тавлиди зарраҳои аз лиҳози кимиёвӣ фаъол мавриди баррасӣ қарор мегирад. Усулҳои ташаккул ва хосиятҳои физикӣ-кимиёвии хокаҳои баланддозаи элементҳои нимноқилӣ ба таҳлид гирифта мешавад.

Боби дувум ба тадқиқи имкониятҳои ҳосил намудани хокаҳои хурдандозаи сулфиди қалъагӣ аз тариқи бомбаборони мунтазами омехтаи механикии хлориди қалъагӣ («к.с. аз ҷиҳати кимиёвӣ соф») ва сулфури кристаллӣ бо атомҳои гидроген ихтисос ёфтааст. Натиҷаҳои тадқиқи реаксияи гомогении бухори хлориди қалъагӣ бо пайвастагиҳои паррони гидрогендори теллур ва натиҷаҳои тадқиқи вобастагии хосиятҳои физикию кимиёвии қабатҳои теллуриди қалъагӣ аз нишондиҳандаҳои муқаррароти таҷрибавӣ ва ҳарорати зерғузора пешниҳод гардидаанд.

Боби сеюм ба тадқиқи имкониятҳои истифодаи сеолитҳои табиӣи Тоҷикистон чун маводи ҷаббанда ва ҳомили ташаккулдиҳандаи катализаторҳои раванди тозакарди газҳои саноатӣ аз ангидриди сулфурдор ва ҳосил кардани сулфури одӣ ва имконияти ба кор бурдани ангишти бӯри кони Фон-Яғноб чун ҳомил барои қабатмолии маводи ҷаббанда ихтисос ёфтааст.

Дар боби чаҳорум равандҳои пиролизи конденсатҳои газ дар селани плазмаи нитроген бо истифодаи усули иҷбории сардсозӣ ва бухори ашёи хоми ибтидоӣ ва имконияти ҳосил кардани карбогидридҳои беҳад ва сианиди гидроген мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд.

Дар боби панҷум раванди плазмакимиёвии таҳияшаванда ва тавсияҳо бобати лоиҳакашии дастгоҳҳои навъи муттаҳида аз нигоҳи техникӣ-иқтисодӣ арзёбӣ карда мешавад.

ГУЗОРИШИ МАСЪАЛА

Дар боби мазкур дар бораи имкониятҳои асосӣ ва дурнамои корбурди плазмаи пастҳарорат барои тавлиди зарраҳои аз бобати кимиёвӣ фаъол, ки зимни роҳандозии реаксияҳои кимиёвӣ ва ҳосил кардани маводи ҷадид ба онҳо қобилияти баланди ба реаксия даромадан хос мебошад, маълумоти умумӣ дода мешавад. Ҷамвора бо рушд кардани саноати электроника ва талаботи зиёд ба мавод барои микроэлектроника тадқиқоти фундаменталӣ ва амалӣ бобати истифодаи зарраҳои аз лиҳози кимиёвӣ фаъол барои синтез кардан ва дигаргунсозии маводи нимноқилӣ ва барқногузар рӯ ба афзоиш меоварад.

Бинобар хосиятҳои муҳим доштани сеолитҳо ва имконияти истифодаи онҳо барои ҳаллу фасли вазифаҳои гуногуни амалӣ оид ба хушқу поксозии газҳо ва таҷзияи омехтаҳои газӣ, масъалаи ба таври саноатӣ ҳосил кардани катализаторҳо дар заминаи сеолитҳои табиӣ ба миён гузошта шудааст. Бояд хотирнишон кард, ки истифодаи плазмаи пастҳарорат барои синтези катализаторҳо бобати ҳосил кардан ва тағйири шакл ёфтани намудҳои нави ҷаббандаҳо имкониятҳои васеъ боз менамояд.

Яке аз соҳаҳои асосии корбурди саноатии сеолитҳо катализ мебошад. Хосияти катализи сеолитҳо, асосан, дар реаксияҳои марбут ба иони карбон дар нафткимиё ба кор бурда мешавад. Солҳои охир катализаторҳои сеолитӣ дар равандҳои оксиду барқарорсозӣ ба кор бурда мешаванд. Катализаторҳои оксидшавии SO_2 бо истифодаи алюмосиликатҳои сеонитдор ба сифати ҳомил таҳия мегарданд.

Сеолити NaX , (пайвастагиҳои гуногуни Na) катализи оксидшавии гидрогенсулфат аз тариқи оксиген, инчунин ангидриди сулфур мегардад. Масъалаи партовгардонии гидрогенсулфати дар таркиби газҳои турши пастконцентратсияшуда мавҷуда бо усули катализи оксидшавии H_2S бо истифодаи сеолити NaX , чун катализатор дар ҳарорати $200-250^\circ C$ ва таносуби $H_2S:SO_2=2$ ҳалли худро пайдо карда метавонад.

Дар ибтидо соҳаи истифодаи сеолитҳо – нармкарди об буда, вале тадқиқот бобати корбурди онҳо дар технологияи об идома дорад.

Яке аз самтҳои ба кор бурдани хосиятҳои молекулярӣ ғалберсозии сеолитҳо таҷзияи омехтаҳои моддаҳои органикӣ вобаста ба шакл ва кутби молекулаҳои таркиби онҳо маҳсуб меёбад.

Чунин равандҳо дар саноат ба таври васеъ истифода мешаванд, вале тадқиқ ва такмили онҳо бо истифодаи сеолитҳо, ки бо катиони ҷудогона ё ҳамомеди катионҳо дигаргун шудаанд, идома дорад.

Сеолитҳои синтетикӣ чун катализатори равандҳои коркарди нафт ва нафткимиё корбурди васеъ доранд. Истифодаи катализаторҳои сеолитӣ дар ҷараёни крекинг имкони истеҳсоли бензинро $20-25\%$ афзоиш мебахшад.

Шиносоии пешакӣ ба усулҳои анъанавии синтези сианиди гидроген ва атсетилен таъйид менамояд, ки айни замон зиёда аз ҳаҷдаҳ тарзи ҳосил кардани сианиди гидроген маълум мебошад. Чунин тариқи зиёди роҳу усулҳои ҳосил намудани сианиди гидроген аз он маншаъ мегирад, ки HCN ашёи васеъ паҳншудаи истеъмолии синтези саноатии органикӣ маҳсуб меёбад. Бинобар фаъолиятмандии ниҳоят зиёд доштан сианиди гидроген бо пайвастагиҳои зиёди гуногуннамуд таъсири мутақобил карда метавонад ва дар истеҳсоли нахи сунъӣ, пластмасса, омилҳои нумӯи растаниҳо ва гербитсидҳо ба кор бурда мешавад.

Солҳои охир барои сурат гирифтани реаксияҳои эндотермии баландҳарорат плазма ба таври густурда истифода мегардад. Аз ҷангоми оғоз ёфтани тадқиқоти оид ба ҳосил кардани сианиди гидроген, атсетилен ва карбогидридҳои беҳади дигар дар селайи плазма ҳанӯз муддати зиёде нагузаштааст.

ИСТИФОДАИ ДАСТГОҲИ БАЛАНДБАСОМАДИ ПЛАЗМАКИМИЁВӢ БАРОИ ҲОСИЛ КАРДАНИ ҲОКАҲОИ НИМНОҚИЛИИ $A^{VI}B^{IV}$

Пайвастагиҳои нимноқилии $A^{VI}B^{IV}$ бинобар фотоҳассосии баланд дар ҳудуди мавҷи миёнаи инфрасурх дар асбобҳои низомоти оптоэлектронӣ корбурди васеъ пайдо намуданд.

Рисолаи мазкур тадқиқи имконияти ҳосил намудани хокаҳои резадисперсии сулфиди қалъагиро тавассути бомбаборони муттасили омехтаи механикӣ

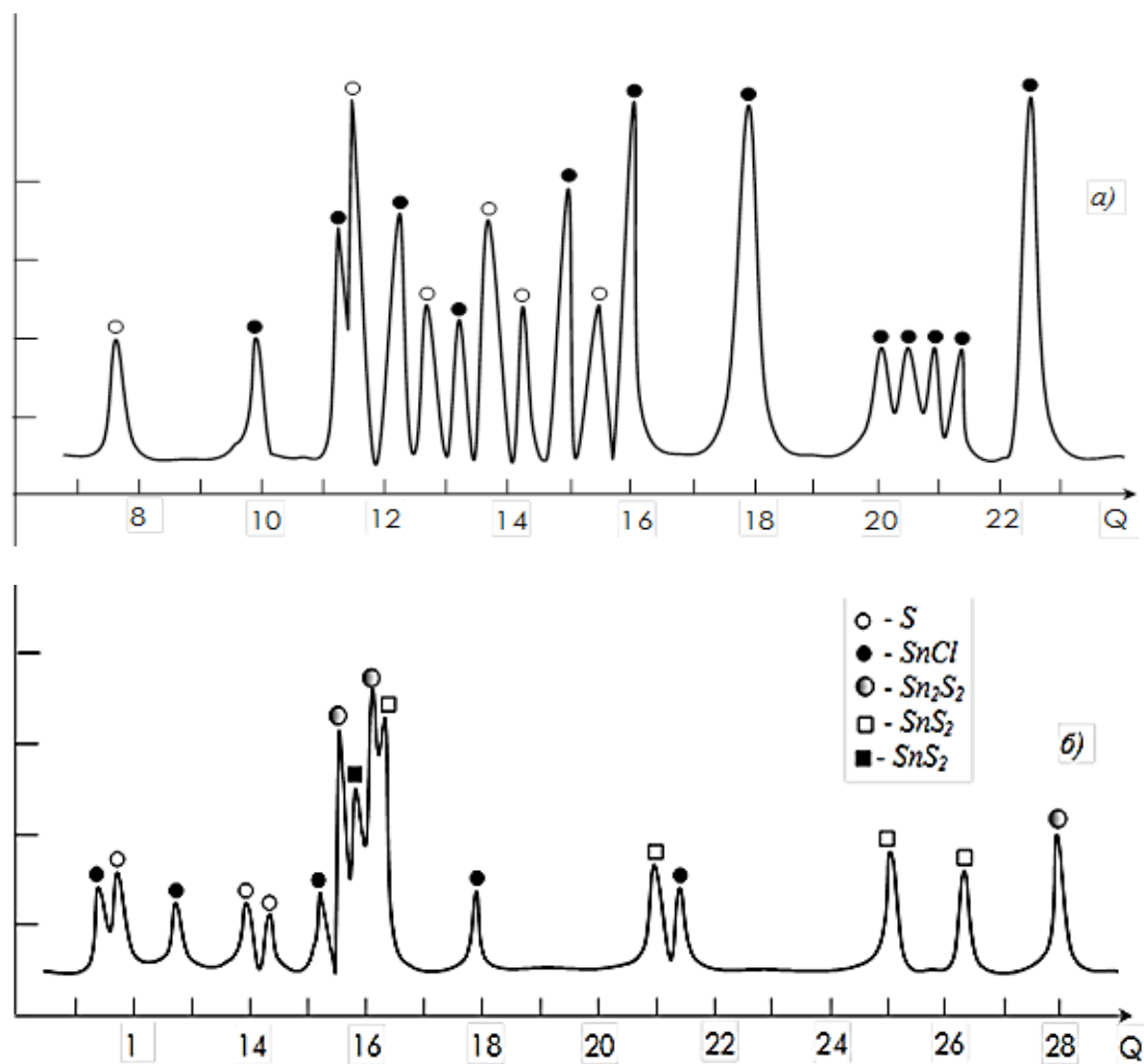
хлориди калъагӣ («к.т. (кимиёвӣ тоза)») ва сулфури кристаллӣ бо атомҳои гидроген фаро мегирад.

Реаксия дар дастгоҳи баландбасомади плазмакимиёвӣ сурат гирифт. Тавлиди атомҳои гидроген аз тариқи гузаронидани H_2 тавассути безарядгардонии барқи байни ду электроди берунӣ ангезишбанда, ки яке ба фидери ВЧ-генератори ЛГД-12 пайваст шудааст, амалӣ карда мешавад. Гидроген аз дохили найчаи сӯрохитанги (капилляри) никелии тафсониди гузариш ёфта тоза карда мешавад.

Омехтаи механикии $SnCl_2$ бо 5г сулфури кристаллӣ ба дохили зергузора (подложка)-и технологӣ ғутонида, дар системаи фишори селай гидроген ба андозаи 130 Па муқаррар карда шуд.

Назорати ҷараён гирифтани реаксияҳо бо кумаки усулҳои таҳлили электронографӣ ва рентгенифазаӣ ва истифодаи микроскопи электронии JEM-1100CX ва дастгоҳи рентгени ДРОН-1,5(Си K_{α} -нурафканӣ) сурат гирифт.

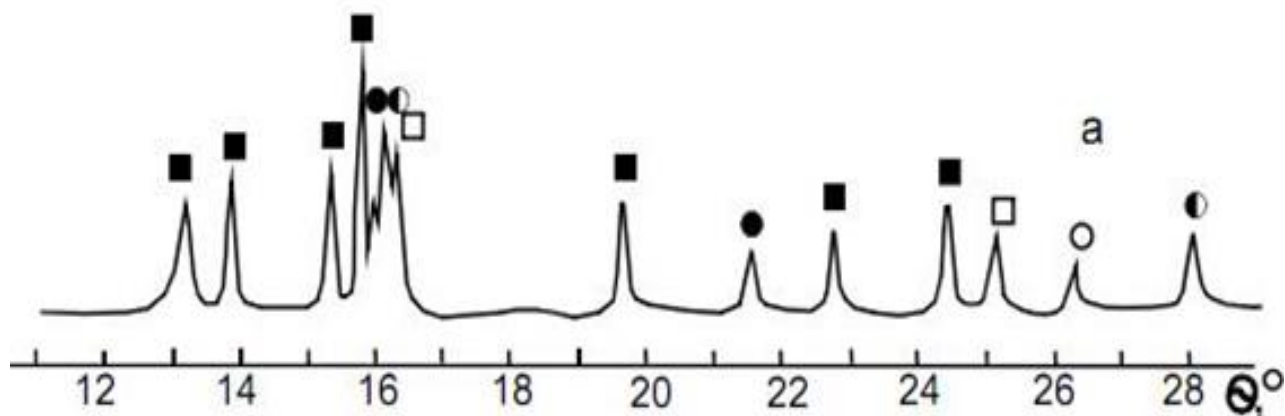
Ошкор карда шуд, ки дар муддати 80 дақиқа, зимни бомбаборони омехта тавассути гидроген, заъфи шиддати рефлексҳои инъикоси ҷузъҳои ибтидоӣ ва зуҳури унсурҳои нав дар рентгенограмма ба амал омада аз ҳосилшавии пайвастиҳои дигар дарак медиҳад (расми 1б)



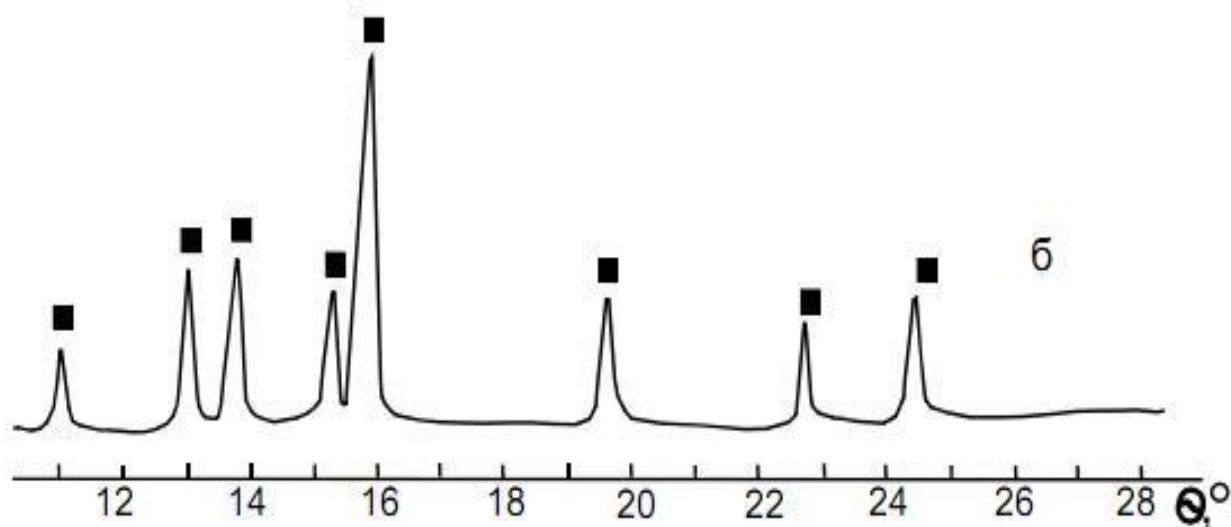
Расми 1 – Дифрактограммаи омехтаи механикии $SnCl_2+S$ то (а) ва пас аз бомбаборон бо атомҳои гидроген дар муддати 80 дақ.(б)

Таҳлили рефлексҳои инъикос, ки дар расми 1б нишон дода шудааст, дар бораи ҳосилшавии Sn_2S_3 ва SnS_2 ҳамчун маҳсули миёнадавраии реаксия гувоҳӣ медиҳад.

Дур сурати зиёд шудани муддати бомбаборон то 120 дақ. таносуби коҳиш ва афзоиши шиддати рефлексҳои Sn_2S_3 , SnS_2 ва SnS дар дифрактограмма ошкор карда мешавад (расми 2а)



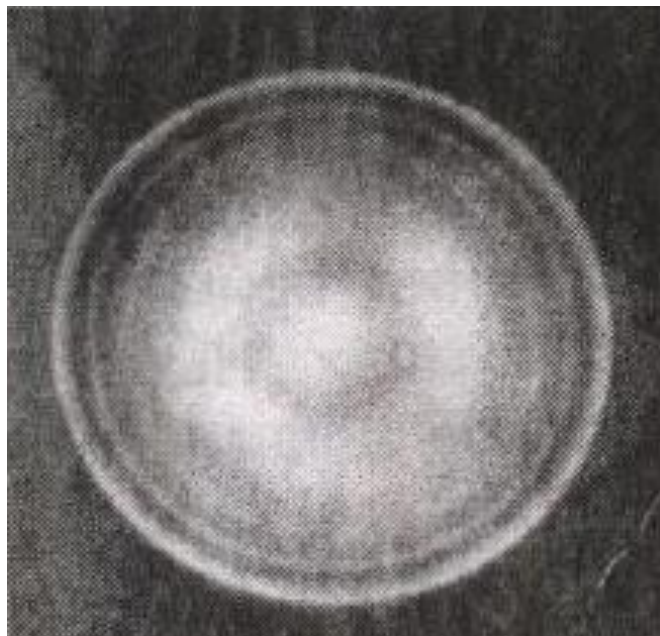
Расми 2а – Дифрактограммаи ҳосилаҳои реаксияи бомбаборони омехта бо гидроген дар муддати 120 дақ.



Расми 2б – Дифрактограммаи ҳосилаҳои реаксияи бомбаборони омехта бо гидроген дар муддати 160 дақ.

Бояд хотирнишон гардад, ки дар раванди бомбаборон дар девораҳои реактор қабати ҳокистарранги таҳшин ба мушоҳида расид. Ба мақсади таъини сохтор ва таркиби фазавӣ ба девораи реактор тӯраки мисӣ бо қабати буридаи карбонӣ насб карда шуд. Пас аз анҷоми таҷриба ва ҳавогузар шудани реактор тӯракхоро ба зери микроскопи электронии JEM-1100CX гузоштанд.

Манзараи дифраксионии қабатҳои тунуки зимни бомбаборони муттасили омехтаи механикӣ бо атомҳои гидроген бамиёномада дар бораи ташаккули сохтори гексоналии дисулфиди қалъагӣ шаҳодат медиҳад (расми 3).



Расми 3 – Манзараи дифраксионии қабатҳои тунуки дисулфиди қалъагӣ, ки дар натиҷаи бомбаборони омехта бо гидроген дар муддати 120 дақ. ҳосил шудааст

Мо пешниҳод дорем, ки таҳшин ёфтани қабатҳои тунук дар девораҳои реактор натиҷаи реаксияи якҷинсаи пайвастагиҳои паррони гидрогендори қалъагӣ ва сулфур мебошад. Ба ҳадафи санҷиши пешниҳоди мазкур тадқиқи ИК-спектроскопии қабатҳои тунук дар спектрофотометри М-80 дар ҳудуди $200\text{--}800\text{ см}^{-1}$ баргузор карда шуд. Дар баъзе ҳолатҳо дар ИК-спектри қабатҳои тунук хатроҳаи фурубарӣ дар нуқтаи 350 см^{-1} ба мушоҳида расид..

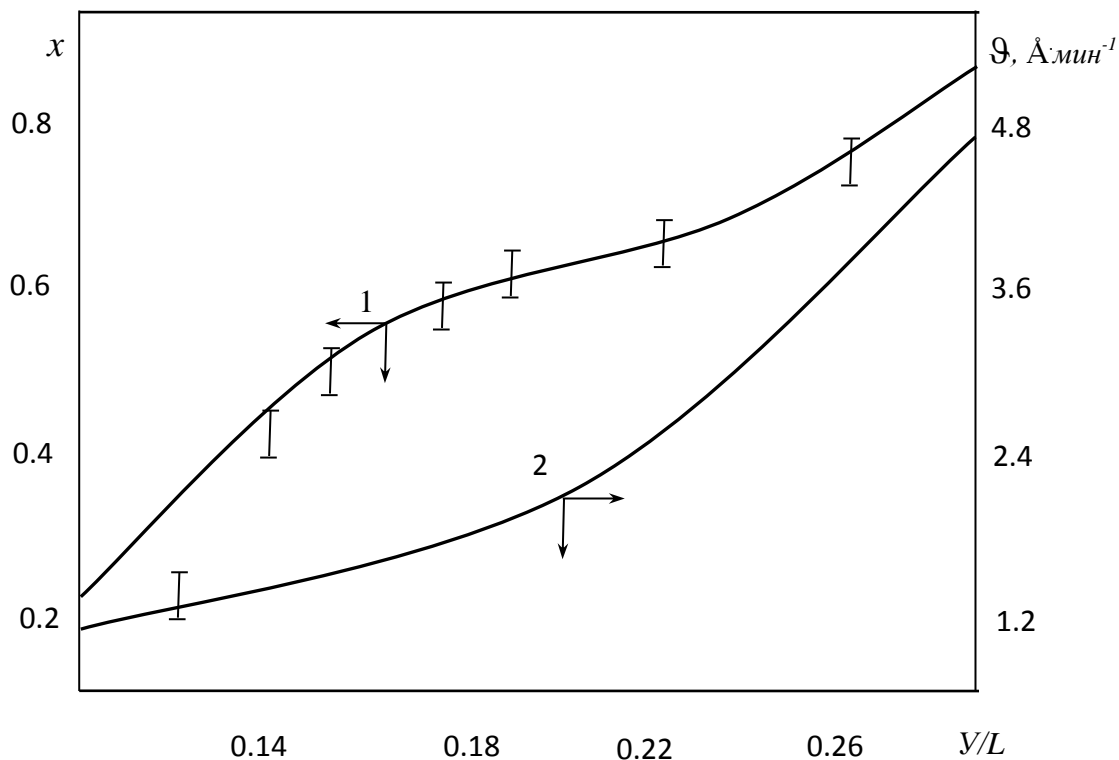
Ба асоси усули дар рисолаи мазкур пешниҳодгардида принсипе қарор мегирад, ки мутобиқи он зимни бомбаборони муттасили хлориди теллур бо атомҳои гидроген пайвастагиҳои паррони гидрогендори теллур ҳосил шуда, реаксияи он бо бухори хлорид (IV), қалъагӣ боиси таҳшин ёфтани қабати тунуки теллуриди қалъагӣ мешавад.

Дар оғоз хлориди теллуро ба зергузора(подложка)-и технологии ВЧ – дастгоҳ ғутонада, бо атомҳои гидроген бомбаборон карданд. Пас аз анҷоми як муддати вақт аз термостат ба реактор вояҳои бухори SnCl_4 -ро равона намуданд.

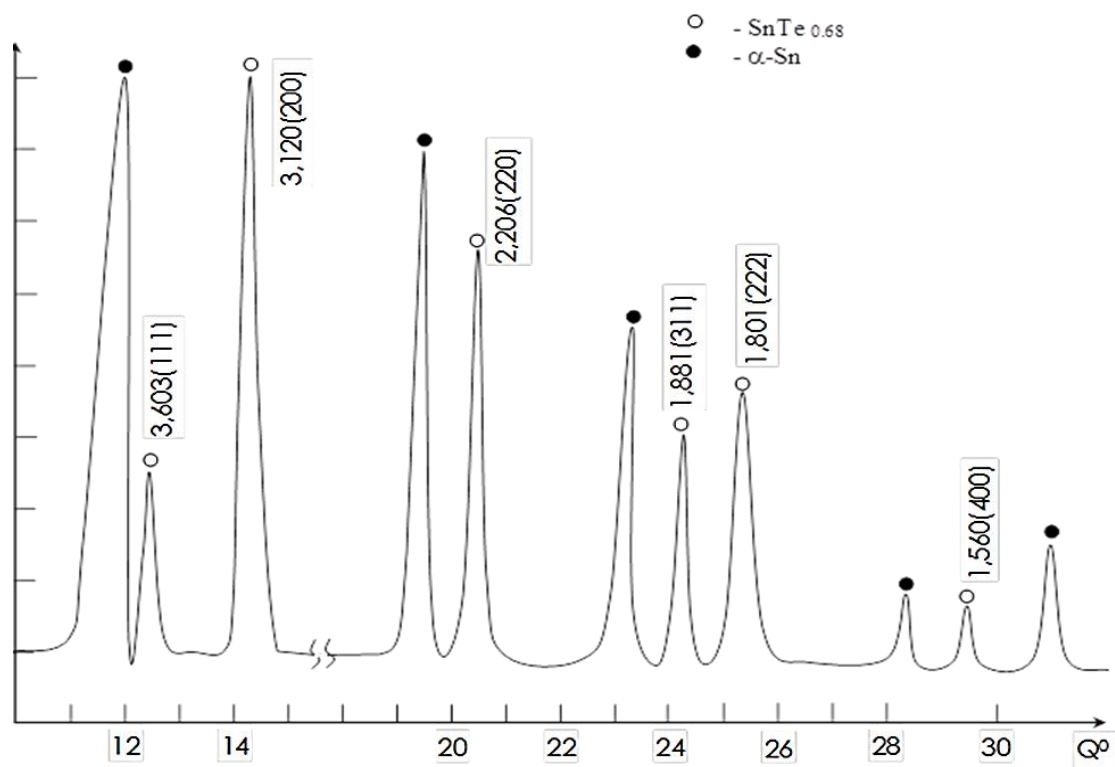
Дар чараёни бомбаборони хлориди теллур бо атомҳои гидроген зимни мавҷудии бухори хлориди қалъагӣ таҳшини қабатҳои борик ошкор карда шуд. Дар сози дастгоҳ имконияти ҷойивазгардонии зергузора (подложка) бо намунаҳо ба тӯли реактор пешбинӣ шуда буд. Ҳолати мазкур имкон дод, ки вобастагии суръати афзойиши қабатҳо ва таркиби фазавии онҳо аз нуқтаи ҷойгирифтани зергузораи технологӣ нисбат ба маркази разряд (безарядшавӣ) муқаррар карда шавад.

Аз расми 4 (хатти қачи 2) ба назар мерасад, ки ба андозаи камшавии фосилаи байни зергузора то маркази разряд суръати афзойиши қабатҳои нозук ва микдори теллур дар қабатҳо зиёд мегардад.

Марҳилаи навбатии тадқиқ бо таъини таркиби фазавии қабатҳои тунук зимни қиматҳои гуногуни суръати таҳшин дар иртибот қарор дошт.



Расми 4 – Вобастагии миқдори Те дар қабатҳо ва суръати таҳшин аз таносуби қутри реактор ба фосилаи байни зерғузора то маркази плазма



Расми 5 – Дифрактограммаи қабатҳои нозуки теллуриди қалъагӣ, ки зимни суръати таҳшини $2.4 \text{ \AA} \text{ дақ}^{-1}$. ○ – $\text{SnTe}_{0.68}$; ● – $\alpha\text{-Sn}$ ҳосил шудаанд.

Дар расми 5 Дифрактограммаи қабатҳо зимни суръати таҳшини $2.4 \text{ \AA} \text{ дақ}^{-1}$ нишон дода шудааст. Аз расми 5 аён аст, ки дар рентгенограмма дар қатори рефлексҳои инъикоси $\text{SnTe}_{0.52}$ рефлексҳои равшани қалъагӣ ба зухур омадаанд.

Омехтаи газу ҳавои дорои то 1 об. % SO_2 аз тариқи адсорбер бо суръати 0.5 ва 1.0 л/дақ дар муддати як соат гузаронида шуд.

Ба мақсади муайян кардани таъсири ҳарорат ба хосиятҳои чаббандагии сеолитҳо омехтаи газу ҳаворо аз тариқи адсорбер дар ҳарорати 100, 150, 200, 250 °C гузарониданд. Ошкор гардид, ки дар ҳарорати адсорбер зиёда аз 130 °C қобилияти адсорбсионии сеолитҳо коҳиш меёбад.

Сеолити бо ангидриди сулфит серобшударо баркашиданд ва аз афзойиши вазн миқдори умумии ҷузъҳои чаббидашударо муайян карданд. Таҳлили хосиятҳои чаббиши сеолитҳоро бо усули термодесорсионӣ анҷом доданд. Миқдори десорбшавандаи ангидриди сулфит бо усули иодометрӣ муайян карда шуд.

Мо ҳамчунин имконияти ҳосил кардани катализаторҳои Mn-сеолитӣ бо усули барқарорсозии плазмакимиёвии хлорида мангани бо сеолит намгардонидаро ба тадқиқ гирифтём.

То замони баргузории равандҳои дегидрататсия, инчунин таъйини сатҳҳои қиёсии ҳомил ва қабатҳои филизии Mn дастгоҳи вакуумӣ мавриди истифода қарор гирифт. Қисми асосии дастгоҳ реактор ҳамроҳи мадхалҳои махсус буда, бо кумаки онҳо таъмини неру барои тафсонидани намуна сурат мегирад. Назорати ҳарорати гармкунанда бо пирометр аз тариқи мадхали оптикӣ анҷом дода мешавад. Таъйири масса дар ҷараёни дегидрататсия бо тарозуҳои электронии бо реактор пайвасти вакуумӣ ба назорат гирифта шуда буд.

Дар ибтидо реактор то ба дараҷаи фишори бақиявии 10^{-5} Па ба ҳолати вакуумӣ оварда шуда, таъйири фишор бошад, дар раванди дегидрататсия ба таври автоматӣ бо ёрии санчишасбоби кварсӣ, ки ба намуди манометри Бурдон сохта шудааст, сабт гардид. Пас аз дегидрататсия ва таъйини сатҳи қиёсӣ ҳомил ба зарфи серобгардидаи маҳлули хлориди манган ғўтонида шуд. Пас аз хушксозии пешакӣ ҳомил ба дохили зергузораи технологии дастгоҳи баландбасомади (ББ) плазмакимиёвӣ бурда шуд.

Барқарорсозии хлориди манган бо атомҳои водород, ки зимни безарядшавии барқ ҳосил мешавад, ба амал оварда шуд. Дараҷаи барқароршавӣ бо таҳлили кимиёвӣ дар домаки хатроҳаи асосии аз реактор то насоси вакуумӣ гузошташаванда муайян гардид.

Ченкарди сатҳи қиёсии никели таҳшиншуда ва низ ҳомил бо усули вазнсанҷӣ зимни хемосорбсияи оксиген дар низоми кори термостатишудаи реактор гузаронида шуд. Ба ин хотир пас аз ба ҳолати вакуум овардани тамоми низом тавассути ҷумаки танзими нарм то ба фишори бақиявии $1,5 \cdot 10^{-4}$ Па расонида шуд. Ба реактор то замони зоҳир гардидани муқовимати комили вобастагии фишор аз вақт ба андозаҳои кам оксиген сар дода шуд.

Таъсири муҳим доштани андозаи кристаллитҳои ҳомил ба миқдори никел дар катализатор муқаррар карда шуд. Баробари афзудани андозаҳои миёнаи ҷузъҳо камшавии миқдори никел ва сатҳи қиёсии он ба мушоҳида расид.

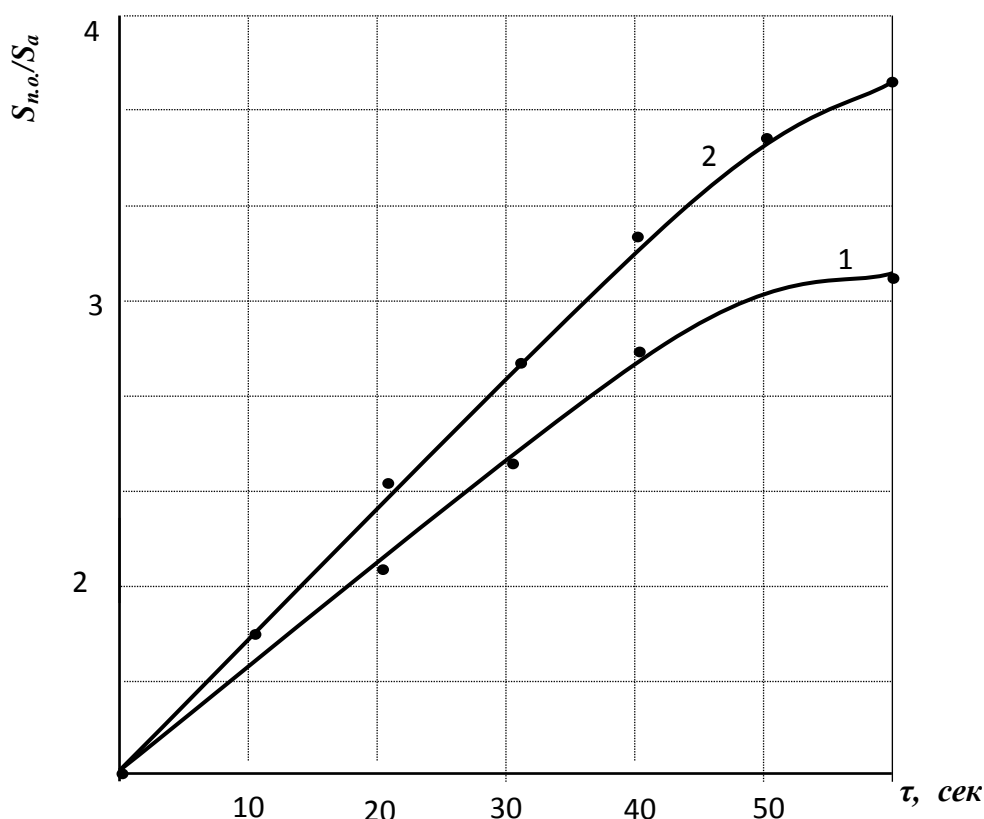
Дар рисолаи мазкур имконияти корбурди ангишти бури кони Фон-Яғноб чун ҳомил барои қабатмолии маводи чаббанда мавриди баррасӣ қарор мегирад. Фаъолонии ангишт бо усули барботажӣ дар дастгоҳи плазмакимиёвӣ, ки аз плазмотрони камонаки барқӣ, реактор ба намуди конуси сарбурида, низомоти назорати таъмини газу об иборат аст, ба амал оварда шуд. Ба сифати гази плазмаофар ҳавои бо оксиген ғанишуда ба кор бурда шуд. Ҳарорати плазма бо

калориметр вобаста ба тафовути ҳарорати оби сардсозии ба реактор дохилу хориҷшаванда муайян карда шуд. Таъини сатҳи қиёсии ҳомил то ва пас аз коркарди плазмакимиёвӣ бо усули вазнсанҷӣ зимни адсорбсияи нитроген дар тарозуҳои электронӣ бо ҳассосияти $5 \cdot 10^{-5}$ кг сурат гирифт. Дар чараёни коркарди плазмакимиёвии ангишти кони Фон-Яғноб бо таркиби миёнаи ғурӯшаметрии 1 мм таъсири зиёди ҳарорати миёнаи массаи плазма ба сатҳи қиёсии ғурӯшаҳои ташаккулёбанда ба мушоҳида расид (расми 7). Таъсири мушоҳидашавандаи ташаккули зарраҳои сатҳан рушдёфта зимни коркарди ангишт дар плазма бо ҳарорати $T_{cp} \approx 800$ K, зоҳиран, ба равандҳои ихроҷи шадиди газ, низ мутаносибан, ба кафидани ғурӯшаҳои ибтидоӣ алоқаманд мебошад. Табиист, ки ихроҷи газ ва кафидани ғурӯшаҳо бо раванди резашавӣ, низ калон шудани сатҳи қиёсии маҳсули коркард робитаи зич дорад.

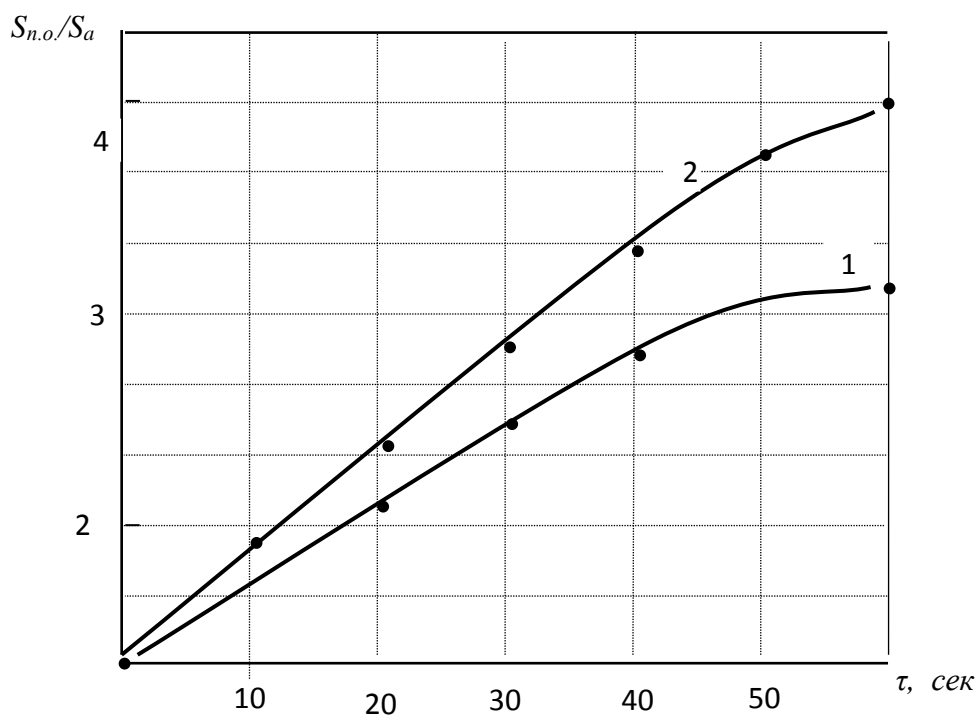
Ғазификонии чузъии қисмати органикӣ ва ба миқдори кофӣ ҳосил шудани масомаҳо зимни коркарди плазмакимиёвӣ бояд ба равандҳои диффузиони қисми маъдани аз ангишт иборатбуда тақон бидиҳад.

Барои муайян намудани таъсири қисми маъдани ангишт ба ташаккулёбии зарраҳо бо ин ё он қимати сатҳи қиёсӣ ҳамчунин коркарди плазмакимиёвии ғурӯшаҳои бе хокистар гардонидаи ангишти кони Фон-Яғноб сурат гирифт.

Натиҷаҳои тадқиқ дар расми 8 нишон дода шудаанд. Хусусияти хоси ба зухур омадаи ангишти хокистардор, чунон ки аз расми 8 аён мегардад, ноил шудан ба муқовимати комили сатҳи қиёсӣ пас аз 60 сонияи аввали коркард мебошад.



Расми 7 – Кинетикаи тағйири бузургии нисбӣ – таносуби сатҳҳои қиёсии ангишт (S_0) то ва пас аз коркарди плазмакимиёвӣ ($S_{n.o.}$) аз муддати таъсири плазма дар ҳарорати 400 (1) ва 800 K (2).



Расми 8 – Кинетикаи тағйири бузургии нисбӣ – таносуби сатҳҳои қиёсии ангишт то ва пас аз коркарди плазмакимиёвӣ аз муддати таъсири плазма барои ғурӯшаҳои хокистардор (1) ва бе хокистар (2) гардонидани ангишт.

Ҳолати мазкур дар бораи нақши манфӣ бозидани қисми маъданӣ бобати рушди зарфияти ҷаббандагӣ зимни коркарди ангишт дар ҳарорати баланд гувоҳӣ медиҳад.

Соختори масомадори ангишт пас аз коркарди плазмакимиёвӣ бо усули стандартӣ, бо роҳи коркарди изотермҳои адсорбсияи бухори бензол ва ҳисобу китоби сатҳи мезапор муайян карда шуд. Натиҷаҳои тадқиқ дар ҷадвали 1 пешниҳод шудаанд.

Ҷадвали 1 – Соختори масомадори ангишти кони Фон-Яғноб пас аз коркарди плазмакимиёвӣ

Андозаи зарраҳо, мм	W	V _{микр}	V _{мез}
	см ³ ·г ⁻¹		
0,55-0,75	1,57	0,82	0,75
0,75-0,95	1,41	0,73	0,68
0,95-1,20	1,31	0,69	0,62
1,20-1,42	1,15	0,61	0,54

Эзоҳ: W-ҳаҷми ниҳони фазои сорбсионӣ; V_{микр}, V_{мез}-ҳаҷмҳои, мутаносибан, микромасома ва мезомасома.

Барои ташаккули катализатори оҳанӣ 10 гр хомилро ба зарфи маҳлули сероби хлориди оҳан ғӯтонида, онро дар муддати 4; 8; 12; 16; 18; 20; 24 соат нигоҳ

доштанд ва пас аз хушксозии пешакӣ дар ҳарорати 400.К ба зерғузораи технологии ВЧ–дастгоҳи плазмакимиёвӣ оварданд.

Барқарорсозии хлориди оҳан тавассути атомҳои гидроген сурат гирифт, ки дар селайи плазмаи разряди барқӣ тавлид меёбад. Бомбаборони катализатор бо атомҳои гидроген то лаҳзаи комилан барқарор гардидани ҳамаи хлориди оҳан давом кард. Зинаи анҷоми равандҳои барқарорсозӣ бо мусоидати таҳлили кимиёвии маҳлули натри тунд, ки дар домаки, воқеъ дар хатроҳаи асосӣ аз реактор то посгоҳи вакуум қарор дорад, муайян карда мешавад.

Оксидшавии зарраҳои барқароршудаи оҳан дар дастгоҳи вакуум сурат гирифт. Ба ин хотир ҷиҳати ба ҳолати вакуум овардани тамоми система, то ба фишори бақиявии 0,13Па, ба реактор аз тариқи ҷумаки танзими нарм ҳамроҳи намуна то дами зоҳир гардидани муқовимати комил дар хатти қачи вобастагии фишор аз вақт ба андозаҳои кам оксиген сар дода шуд.

Бо кумаки усули рентгенофазавай муқаррар гардид, ки пас аз оксидшавӣ дар рӯйи ҳомил зарраҳои γ – намуди оксиди оҳан ҳосил мешаванд.

Таъсири муддати нигоҳдошт ба миқдори $\gamma - Fe_2O_3$ дар ҳомил чунин зоҳир мешавад (расми 9): ба марҳилаи оғоз тақрибан афзойиши мутаносиби миқдори $\gamma - Fe_2O_3$ ва гузариши оромона ба ҳолати диффузӣ зимни нигоҳдории ҳомил дар маҳлули хлориди оҳан зиёда аз 8 соат хос мебошад. Ҳолати мазкур шояд як падидаи аз қабл маълум ба назар бирасад. Аммо бояд хотирнишон гардад, ки зиёд кардани муддати нигоҳдории ҳомил дар маҳлул натиҷаи афзудани зарфияти ҷаббандагии катализатор намебошад. Аз расми 9 аён аст, ки сатҳи қиёсии зарраҳои таҳшингардидаи $\gamma - Fe_2O_3$, зимни нигоҳдошт ба муддати 24 соат аз қимати марбута зимни нигоҳдории ҳомил дар маҳлул ба муддати 4 соат чандон тафовут намекунад.

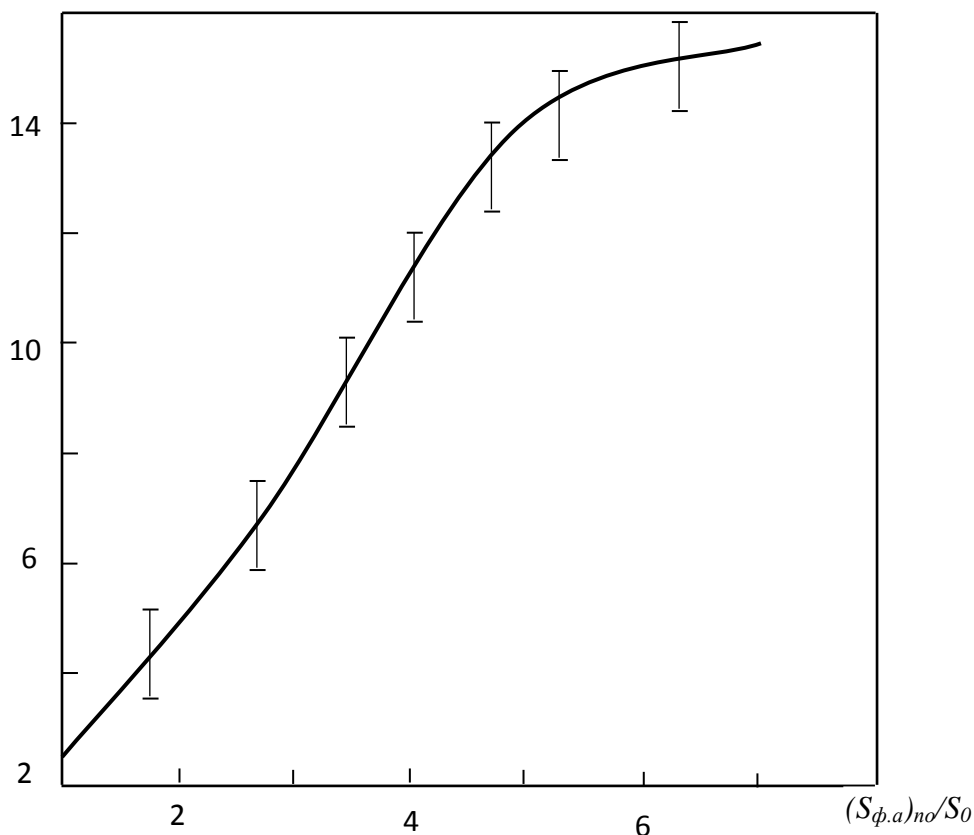
Натиҷаҳои ҳосилшуда дар ҳудуди эҳтимолияти зерин тафсир ёфта метавонад. Дар микро ва макромасомаҳои ҳомили комилан серобшуда дар ҷараёни бомбаборон бо атомҳои гидроген миқдори кофии зарраҳои оҳан ҷамъ мешавад. Кӯчиши зарраҳои мазкур боиси пайдо шудан ва афзойиши марказҳои калонандозаи кристаллашавӣ мегардад. Чунин раванд бо мусоидати неруи гармӣ ва рекомбинатсионии аз атомҳои гидроген ба ҳомил воридшаванда сурат мегирад. Ташаккули мухталит(конгломерат)-и зарраҳои калонандоза, табиист, ки дар маҷмӯъ, боиси коҳиш ёфтани сатҳи қиёсӣ ва фаъолии катализатор мегардад.

Дар сурати фаъолонии ғурӯшаҳоти ангишти кони Фон-Ягноб дар селайи плазмаи пастҳарорат вусъати зиёд ёфтани сатҳи қиёсии зарраҳои ташаккулёбандаи ҳомил ва қимати баланди дараҷаи таҳшиншавии $\gamma - Fe_2O_3$ (то 18%) ба даст омад. Самаранокии кори катализаторҳои гирифта зимни тозакарди об аз ионҳои аммоний санчида шуд.

Ба сифати намаки аммоний NH_4NO_3 , истифода шуда, ғализии ибтидоии маҳлул 0,5 г/дм³ ташкил дод. Зимни таҷриба адсорберҳои шишагӣ бо қутри 30 мм ба кор бурда шуд. 200 гр. катализатор ба дохили сутунча(колонка)-и баландиаш 400 мм гӯтонида, аз тариқи он об (аз боло ба поён) поллойиш дода шуд. Оби поллойишёфта бобати мавҷудии ионҳои аммоний ба таҳлил гирифта шуд.

Муқаррар гардид, ки истифодаи катализатор дар заминаи ангишт ва $\gamma - Fe_2O_3$ қабатмолшуда барои поксозии об боиси тақрибан чаҳор маротиба камшавии миқдори иони аммоний мегардад.

$C_{Fe_2O_3}, \%$



Расми 9 – Таъсири қиматҳои сатҳи қиёсии ғурӯшаҳои ангишт пас аз коркарди плазмакیمیёӣ бобати ғализи (концентратсия)-и оксиди оҳан дар ҳомил.

ИСТИФОДАИ ПЛАЗМАИ ПАСТҲАРОРАТ БАРОИ КОРКАРДИ КОНДЕНСАТҲОИ ГАЗ

Конденсатҳои газ карбогидридҳои моеъ буда, аз ҷузъҳои вазнин ва сабуки паррон иборат буда, ҳарорати ҷӯшиши ҳудудан васеъ ва дар таркиб моддаҳои зиёди органикӣ (парафинӣ, изопарафинӣ, ароматӣ, карбогидрид ва пайваस्ताгиҳо) доранд. Конденсати газ аз нафт бинобар нисбатан зиёд будани миқдори карбогидридҳои сабук, ки ҳарорати ниҳии ҷӯшиши онҳо то ба 300-350 °C мерасад, тафовут мекунад. Дар таркиби конденсатҳо тамоми ғурӯҳҳои асосии карбогидридҳои C_6-C_{15} пурвусъат зухур карда, ба ин сабаб онҳо дар саноат ашёи хоми пуларзиш ва босарфа ба ҳисоб меоянд. Истифодаи карбогидридҳои моеъ дар плазмакیمیё нисбат ба гази табиӣ баъзе бартариҳо дорад, ҷунончи, барои мисол, таносуби $C : H$ дар конденсати газ нисбат ба гази табиӣ 2 маротиба зиёд аст – ин ҳолат аз нигоҳи термодинамикаи тавозунӣ баромади бештари атсетиленро зимни коркарди плазмагии намуди мазкури ашёи хоми карбогидридӣ пешакӣ муайян менамояд. Ғайр аз ин, маълум аст, ки пиролизи карбогид-

ридҳои моеъ дар плазмаи нитроген дар муқоиса ба пиролизи гази табиӣ баромади бештари этиленро дар маҳсулоти ниҳой дар назар дорад (зимни пиролизи плазмакیمیёвӣ карасин ва рағани солярка). Вазни молекулярӣ зиёд ва микдори калони ҳалқаҳои карбогидридӣ тӯлонӣ карбогидридҳои моеъ онҳоро ба сифати манбаи эҳтимолии ҳосил кардани HCN, гидрогени техникӣ ва карбон ба маъраи мегузорад.

Барои таҳияи раванди пиролизи конденсати газ дар плазмаи нитроген интихоби генераторҳои навъи ЭДП 104 ва ЭДП 104^а ба андозаи кофӣ мувофиқи мақсад гардид. Чунин плазматрон бо чараёни доимӣ кор карда, речаи зарурии тафсиши селай плазмаро барои баргузори тадқиқи таҷрибавӣ дар муҳити нитрогенӣ ва ҳавой таъмин менамояд. Электрод (анод)-и махраҷӣ вобаста ба сарфи гази плазмаофар буриши тағйирёбанда (бо қутри дарунии 6.8 мм) дорад. Речаи афрӯзиши камон дар фазои шафати электрод бо кумаки тасбити гирдбодшакли разряди камонакӣ амалӣ мегардад; селай гирдбодшакли газ (чархзанонӣ) тавассути камера дар бастаки пайваस्तкунанда тариқи ҳалқаи дорои чаҳор сӯроҳӣ ба вучуд оварда, ба таври тангенсӣ ба меҳвари анҷоми тӯли камонаки худташаккулёбандаи плазматрон нигаронида шуда, аз мавҷудии ду омил – динамикаи қорӣ шудани газ ва шунтиронӣ (шохагирӣ аз занҷираи барқ) муайян карда мешавад. Ҳарорати миёнаи массаи гази қорӣ (нитроген ё ҳаво) ба (6-8)·1000 К мерасад. Барои раванди пиролизи конденсатори газ реакторҳои силиндрии газгузари сардшаванда ва сарднашавандаи қутри дохили он 8-10 мм, дарозии 20-120 мм ва ашёрасонии самаранок ба ҳомили гармӣ истифода карда шуд. Илова бар ин, дар раванди кор реактор дар баробари ғӯтонидани ҳомили гармӣ ба дохили ашёи хоми истифодашавандаи карбогидридӣ калонҳаҷм (мадхали барботажӣ) мавриди озмоиш қарор гирифт.

Дар рисолаи мазкур усулҳои маҳсулоти мақсаднок (сианиди гидроген ва карбогидридҳои беҳад) дар гармитабдилаи чилди найчашакл ва обутобдихӣ бо таъсири бухори конденсати газ ба омехтаи дучори реаксия зимни берун шудани асбоби омезишдихӣ аз дохили реактор истифода шудааст.

Арзёбии суръати обутобдихӣ дар гармитабдилаи чилди найчашакл бузургии 10⁶ °C/дақиқа ро натиҷа медиҳад. Вале дар сурати сардсозии маҳсулот дар гармитабдила бидуни таъсироти берунӣ ба селай газ чараёни шадиди дудаофарӣ ба мушоҳида расида, дар ин ҳол девораҳои найчаҳо бо дуда пур мешаванд. Ҳолати мазкур боиси самаранок номатлуби афзойиши фишор мегардад, ки низоми қори босуботи дастгоҳро вайрон карда, дар паёмад ба бозистии раванди пиролиз ва поксозии низоми сардсозӣ аз дуда меорад.

Зимни гузариш ба низоми иҷборӣ сардсозӣ ва обутобдихӣ маҳсулот тавассути бухори ашёи хом афзойиши баромади карбогидридҳои беҳад ба мушоҳида расида, дастгоҳ бо речаи статсионарӣ кор мекунад, раванд бошад, ба идоракарди вобаста ба баромади маҳсулоти ниҳой дар тобеият қарор дорад. Натиҷаҳои пиролизи конденсати газ дар плазмаи нитроген зимни истифодаи гармитабдилаи чилди найчашакл дар ҷадвалҳои 2 ва 3 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 2 – Натиҷаҳои таҷқиқи коркарди конденсати газ дар плазмаи нитроген дар шароити обутобдихӣ дар гармитабдилаи чилди найчашакл

№	Нишондиҳандаҳои раванд	Рақами таҷрибаҳо				
		1	2	3	4	5
1	Иқтидори фойданок (кВт)	7,6	8	9,18	8,8	9,8
2	Сарфи гази плаз-маофар ($\text{м}^3/\text{с}$) $\cdot 10^{-3}$	6,67	6,67	6,67	7	7
3	Сарфи ашёи хом ($\text{г}/\text{с}$) $\cdot 10^{-1}$	6,67	5,67	5,0	5,03	7,67
4	Маҳсулот:					
	Нитроген	50	46,7	47	46,7	45
	Гидроген	26	25	23	26,6	26,1
	Метан	1,39	0,8	0,4	0,1	0,2
	Этан	-	-	0,2	0,2	0,4
	Этилен	9,2	9,6	5	4,6	6,8
	Атсетилен	10,7	13	14,4	12	13,6
	Пропилен	1,91	1,4	1,1	0,2	0,4
	Гомологҳои атсетилена	1,4	1,1	0,9	0,4	0,6
	Сианиди гидроген	3,4	4,4	8	9,2	6,9
	Дитсиан	-	-	-	изҳо	изҳо
5	Табдили ашёи хом ба маҳсулоти газшакл (%)	92,8	94,4	88,9	89,6	94,2
6	Сарфи энергия (Ҷ) $\cdot 10^6/\text{кг}$ ($\text{C}_2\text{H}_2+\text{HCN}$)	36,4	30,76	27,57	27,97	31,56
7	Муддати тамоси ашёи хом бо плазма $\cdot 10^{-4}\text{с}$	7	5,5	5,9	5,	5,1
8	Ҳарорати ҳисобии реаксия (К)	1800	2000	2,200	2100	2100

Ҷадвали 3 – Натиҷаҳои таҷрибаи коркарди конденсати газ дар плазмаи нитроген дар шароити обутобдихӣ бо бухори ашёи хом

№	Нишондиҳандаҳои раванд	Рақами таҷрибаҳо				
		1	2	3	4	5
1	Иқтидори фойданок(кВт)	6,9	7,2	8,4	9,2	9,8
2	Сарфи гази плаз-маофар ($\text{м}^3/\text{с}$) $\cdot 10^{-3}$	7	7	7	6,67	6,67
3	Сарфи ашёи хом ($\text{г}/\text{с}$) $\cdot 10^{-1}$	5,83	6,67	5	5	5,3
4	Маҳсулот:					
	Нитроген	2,5	1,67	1,67	2	2
	Гидроген	50	49	44	47	48
	Метан	14,4	15,2	20,7	20,5	18,1
	Этан	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2
	Этилен	12,2	13,2	10,0	9,8	10,6
	Атсетилен	9,1	8,1	12,2	12,6	11,9
	Пропилен	2,8	3,2	2,8	2,0	2,1
	Гомологҳои атсетилен дар маҷмӯъ	3,0	3,5	2,9	2,1	2,0
	Сианиди гидроген	3,0	3,5	4,2	3,6	4,8
5	Табдили ашёи хом ба маҳсулоти газшакл (%)	78	71	86	82	89
6	Сарфи энергия (Ҷ) $\cdot 10^6/\text{кг}$ ($\text{C}_2\text{H}_2+\text{HCN}$)	41,5	31,56	35,56	37,55	38,75
7	Муддати тамоси ашёи хом бо плазма $\cdot 10^{-4}\text{с}$	3,5	3,6	3,5	2,9	3,2
8	Ҳарорати ҳисобии реаксия (К)	1900	2000	2200	2200	2300

АРЗЁБИИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДИИ РАВАНДИ ТАҲИЯШАВАНДАИ ПЛАЗМАКИМИЁВӢ ВА ТАВСИЯҲО ОИД БА ЛОИҲАКАШИИ ДАСТГОҲХОИ НАМУДИ МУТТАҲИДА

Маълум аст, ки дар раванди плазмакимиёвии синтези моддаҳо дар хароҷоти марбут ба арзиши аслии маҳсулоти ҳадафшуда сарфи неруи барқ ба воҳиди баромади маҳсулоти ҳадафшуда ($\approx 50\%$ арзиши аслӣ) аҳамияти дараҷаи аввал дорад. Бинобар ин, самти муҳими баланд бардоштани босарфагии усули плазмакимиёвии ҳосил кардани HCN ва карбогидридҳои беҳад кам кардани сарфи қиёсии неруи барқ ба воҳиди баромади маҳсулоти ҳадафгардида махсуб меёбад.

Истифодаи конденсатҳои газ ба сифати манбаъҳои ашёи хом барои ҳосил кардани HCN ва C_2H_2 , бо баромади (файзи) ба андозаи кофӣ қонеъкунанда яке аз воситаҳои самараноки кам кардани сарфи қиёсии энергия мебошад. Азбаски сарфи қиёсии энергия дар ин раванд ба ҳадди ақал ва баробари 5,5–6,5 кВт·с/кг ва C_2H_2 –HCN мебошад, аз ин сабаб барои ҳисобу китоби самаранокии иқтисодии раванди мавриди тадқиқ, ба сифати шабеҳи муқоиса, усули саноатии ҳосил кардани сианиди гидроген тавассути аммонолизи метан қабул шудааст..

Тавозуни моддии раванди пиролизи конденсати газ дар плазмаи нитроген тибқи вобастагиҳои маълум ҳисоб карда шуда, тавачҷух ба файзи (баромади) маҳсулоти ҳадафшуда нигаронида шуд, ки дар онҳо 1 тонна HCN мавҷуд аст. Натиҷаҳои ҳисобу китоб дар ҷадвали 4 оварда шудааст.

Ҷадвали 4 – Тавозуни моддии раванди пиролиз барои ҳосил кардани 1 тонна HCN

Даромад			Хароҷот		
моддаи даромад	миқдор		моддаи хароҷот	миқдор	
	м ³	кг		м ³	кг
Нитроген Конденсати газ	3600	4504	Нитроген	3390	4238
		1637	Гидроген	2548	227
			Дуда		180
			HCN	830	1000
			Атсетилен	315	366
			Этилен	76	97
			Омехтаҳои атсетилен	19	33
Ҷамъ	6141		Ҷамъ	6141	

Ҳисоби тавозуни гармии раванди синтези HCN аз конденсати газ дар плазмаи нитроген барои раванде ба ҷо оварда шуд, ки маълумоти тавсифии зерини ибтидоиро дар бар мегирад:

– сарфи комили қиёсии неруи барқ ба 1 тонна HCN бо назардошти 80% КАФ реактори плазмакимиёвӣ – 10000 кВт·с/т.

– ҳарорати ашёи хом дар дар мадҳалҷойи реактор (нитроген – 20 °С, конденсати гази табиӣ +300 °С).

– ҳарорати оби сардсозӣ дар мадҳалҷойи ректори плазмакимиёвӣ ҳамроҳи плазмотрон +20 °С, дар маҳраҷгоҳ +70 °С.

– ҳарорати бухор +440 °С.

- фишори бухор – 9,0 атм.
- ҳарорати газҳои пиролизӣ дар маҳраҷгоҳ аз реактори плазмакимиёвӣ +2800 °К.

– ҳарорати газҳо дар мадҳалҷо, дар марҳилаи ихроҷи HCN +100 °С.

Натиҷаҳои ҳисоби тавозуни гармии раванд низ дар ҷадвали 4 зикр ёфтаанд. Тавозуни гармии раванди таҳияшаванда:

Даромад		Харочот	
моддаи даромад	миқдор ккал/т	моддаи харочот	миқдор ккал/т
Камонаки барқӣ	8600000	Газҳои пиролизӣ	5992678
Конденсати газ	171112	Оби сардсозӣ	860000
Нитроген	333296	Реаксияҳои кимиёвӣ	2068968
		Дуда	137240
		Талафёбӣ дар муҳити атроф	45522
Ҷамъ	9104408	Ҷамъ	9104408

Пас аз хориҷ шудани сианиди гидроген аз газҳои пиролиз гази боқимонда хусусиятҳои зеринро соҳиб мегардад (ҷадвали 5):

Ҷадвали 5 – Тавсифоти гази боқимонда

Ҷузъҳо	Сарф м³/т	Гармии афрӯзиш Ккал/м³	Миқдори гармии ҳосилшуда Ккал/т
Гидроген	2548	2570	$6,55 \times 10^6$
Атсетилен	98	13600	$0,91 \times 10^6$
Этилен	26	10300	$0,11 \times 10^6$
Омехтаҳои атсетилен	18	12100	$0,07 \times 10^6$
2690			$7,64 \times 10^6$

ХУЛОСАҲОИ УМУМӢ ВА ПЕШНИҲОДОТ

1. Тадқиқоти инфрасурхӣ-спектроскопӣ, рентгенофазавӣ ва электронӣ - микроскопӣ ташаккулёбии сохторҳои гексагоналии хоқаҳои резадисперсии сулфиди қалъагиро зимни бомбаборони омехтаи механикии хлориди қалъагӣ ва сулфури кристаллӣ бо атомҳои гидроген муқаррар намуд.
2. Таъсири муҳими андозаҳои ҳандасавии реактор (муносибати қутр ба фосилаи байни зергузора то ба маркази плазма) ба суръати таҳшиншавӣ ва сохтори қабатҳои тунуки теллуриди қалъагӣ ошкор карда шуд.
3. Ошкор карда шуд, ки бомбаборони хлориди теллур бо атомҳои гидроген дар сурати илова намудани гидриди алюминийи ғайрикондитсионӣ дар муҳити бухори хлориди қалъагӣ ба ташаккулёбии таркиби стехиометрии қабатҳои теллуриди қалъагӣ мусоидат менамояд.
4. Муқаррар карда шуд, ки ҷаббиши сеолитҳои табиӣ бо хлориди манган ва бомбаборони минбаъдаи онҳо бо атомҳои гидроген боиси ҳосил гаштани Mn-

- сеолити серчузъаи катализаторҳо мешавад. Таъсири зарурии андозаи кристаллитҳои хомил (сеолит) ба миқдори манган дар катализатор ошкор карда шуд.
5. Тавассути тадқиқи кинетикаи тағйири бузургии нисбии таносуби сатҳҳои қиёсии ангишт то ва пас аз коркарди плазмакимиёвӣ аз муддати таъсири плазма барои ғурӯшаҳои хокистардор ва беҳокистаршуда таъсири манфӣ доштани қисми маъданӣ ба ҳосиятҳои ҷаббандагии ангишт муқаррар карда шуд.
 6. Ошкор карда шуд, ки зимни таҳшингардии $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ба сатҳи ғурӯшаҳои ангишти фаъол қобилияти ҷаббандагии он нисбат ба ионҳои аммоний тақрибан ҷаҳор маротиба меафзояд.
 7. Тавассути омӯзиши ҳосиятҳои физикӣ-кимиёвӣ ва сохтори гили бентонити кони Шар-шари Ҷумҳурии Тоҷикистон муқаррар карда шуд, ки пас аз фаъолонӣ ҷиҳати хориҷ намудани фазаи карбонатӣ онҳоро ҳамчун полоя барои поксозии об истифода кардан имконпазир аст.
 8. Самаранокии истифодаи конденсатҳои газ барои ҳосил кардани атсетилен ва сианиди гидроген зимни коркарди онҳо дар селай плазмаи пастҳарорати нитроген муқаррар карда шуд. Таъсири усули сардсозии газҳои пиролизӣ ба файзи (баромади) маҳсулоти ҳадафшуда ошкор карда шуд.

РҶҲАТИ ИНТИШОРОТ АЗ РҶИ МАВЗҶИ РИСОЛА:

Рӯйхати мақолаҳои, ки дар маҷалаҳои илмӣ ба тавсияи ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд.

1. **Сафаров, Б.С.** Об эффективности метода барботирования в плазмохимическом пиролизе газоконденсатов / С. Б. Сафаров, М. Т. Идиев // Доклады АН РТ.-2011. –Т.54.-№2.- С. 136 – 140.
2. **Сафаров, Б.С.** Пиролиз газоконденсатов с использованием метода предварительной турбулизации азотной плазмы / Б.С. Сафаров, У.Н. Файзуллоев, М.Т. Идиев //Доклады АН РТ.-2011. –Т.54.-№9. – С. 765 – 768.
3. **Сафаров, Б.С.** Об эффективности методов барботажа и предварительной турбулизации азотной плазмы в пиролизе газоконденсатов / Б.С. Сафаров, Н. Шерматов, У.Н. Файзуллоев // Журнал «Физика и химия обработки материалов», № 6.- Москва: Интерконтакт наука, 2011. – С. 18 – 25.
4. **Сафаров, Б.С.** Применение низкотемпературной плазмы для синтеза полупроводниковых соединений A^IVB^V / С.Б. Сафаров, М. Т. Идиев // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – №2 (38). – 2017. – С. 39 – 44.

Мақолаҳои, ки дар маводи конференсияҳо нашр шудаанд

5. **Сафаров, Б.С.** CP_ 11 Application of plasma technology for treatment of the gascondencates – waste of the Gas industry and production of acetylene and cyanic hydrogen / I.Sh., Normatov B.S. Safarov // 14 th SAS Seminar Developing Innovation and Technology Transfer in Global Security Environment. – Almaty, Kazakhstan, 27-28 September. – 2011. – P. 50 – 51

6. Сафаров, Б.С. Расчет капитальных вложений и экономический эффект плазмохимической технологии производства цианистого водорода / Б. С. Сафаров, М.Т.Идиев // Матер. респ. научно-техн. конф., посв. 20-летию Госуд. незав. Республики Таджикистан, 50 - летию образ. Механико-технологич. факультета и 20 - лет. каф. «Безопасность жизнедеят. и экология». – Душанбе, ТТУ им. акад. М.С. Осими, 2011. – С.126 – 128.

7. Сафаров, Б.С. Preparation of Aluminum Nanoparticles and Plasmochemical production of NiO-Al₂O₃ Catalyst / Б.С. Сафаров, М.Т. Идиев // VII - ая международная научно-практическая конференция «Перспективы развития науки и образования». Материалы конференции.- Душанбе: ТТУ им акад. М.С. Осими, ч 1. , 2014. – С. 249 – 253.

8. Сафаров, Б.С. Application of Plasma Technology for Treatment of the Gas condensates - Waste of the Gas Industry and Production of Acetylene and Cyanic Hydrogen / Ubaydullo Fayzulloev Идиев М.Т.// VII-ая международная научно-практическая конференция «Перспективы развития науки и образования». Материалы конференции. Издание ТТУ им. акад. М.С.Осими, – Душанбе. – 2014. – Ч.1. – С. 246 – 249.

9. Сафаров, Б.С. О плазмохимическом пиролизе газовых конденсатов в азотной плазме / Б.С. Сафаров, М.Т. Идиев, У.Н. Файзуллоев // Материалы научно-практической конференции «Защита родины – мать - долг каждого человека», посвящ. 70- летию Победы в Великой Отечественной войне, 08 мая 2015 года, Душанбе, 2015. – С. 269 – 271.

10. Сафаров, Б.С. Об эффективности использования паров исходного сырья для принудительного охлаждения продуктов переработки газоконденсатов в низкотемпературной плазме / Б.С. Сафаров, М.Т. Идиев // Журнал, Известия вузов Кыргызстан №3,2017, Бишкек – 2017. – С. 54 – 57.

11.Сафаров, Б.С. Техничко-экономическая оценка плазмохимического метода получения цианистого водорода в азотной плазме / Б.С. Сафаров, Н. Шерматов, У.Н. Файзуллоев, М.Т. Идиев // Журнал “Наука, новые технологии и инновации Кыргызистана” №3.2017, Бишкек – 2017. – С. 70 – 73.

РЕЗЮМЕ

на диссертацию Сафарова Бахриддина Саидовича на тему «Применение низкотемпературной плазмы для получения полупроводниковых порошков, поликомпонентных катализаторов и переработки газоконденсатов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.07 – Metallургия техногенных и вторичных ресурсов

Ключевые слова: плазма, плазмохимия, низкотемпературная плазма, полупроводник, порошок, катализатор, газоконденсат, водородсодержащих соединений, пиролиз, цеолит, олово, сера, гидрид алюминий.

Цель работы заключается в разработке плазмохимических методов получения полупроводниковых порошков, катализаторов для очистки отходящих газов, питьевых и сточных вод с применением природных цеолитов и углей. Изыскание возможности переработки газоконденсатов в азотной плазме и получения непредельных углеводородов, цианистого водорода.

Полученные результаты и их новизны:

- установлен существенный вклад атомов водорода в образование полупроводниковых порошков и пленок;
- в процессе бомбардировки механической смеси хлорида олова и серы атомами водорода обнаружено осаждение пленок на стенках реактора, являющегося результатом гомогенной реакции летучих водородсодержащих соединений олова и серы;
- установлен существенный вклад некондиционного гидрида алюминия в протекании обменных реакций формирования теллурида олова стехиометрического состава;
- установлена перспективность применения низкотемпературной плазмы для пиролиза газоконденсатов и возможности получения ацетилена и его гомологов.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка библиографических названий, включающего публикации, изложена на 120 странице компьютерного набора, содержит 14 таблицы и 33 рисунков.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 7 статей и 4 тезисов докладов, из них 4 статьи в изданиях рекомендуемым ВАК при Президенте Республике Таджикистан.

ШАРҲИ МУХТАСАР

ба рисолаи Сафаров Бахриддин Саидович дар мавзӯи ”Истифодаи плазмаи пастҳарорат барои ҳосил кардани хокаи нимноқилҳо, катализаторҳои серчӯза ва коркарди конденсатҳои газӣ” барои дарёфти дараҷаи илмии номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.16.07 – Металлургияи захираҳои техногенӣ ва коркарди ду бора

Калидвожаҳо: плазма, плазмохимия, плазмаи пастҳарорат, нимноқил, хокаҳо, катализатор, конденсатҳои газӣ, пайвастагиҳои гидрогенӣ, пиролиз, цеолит, рух, гидриди алюминий.

Мақсади рисола аз таҳия намудани усулҳои плазмакیمیёвӣи ҳосил кардани хокаҳои нимноқил, катализаторҳо барои тоза кардани газҳои ихроҷӣ, оби ошомиданӣ ва фазлаоб бо истифодаи сеолитҳои табиӣ ва ангишт иборат мебошад. Ҳамвора ба ин, чустуҷӯ ва пайдо кардани имконияти коркарди конденсатҳои газ дар плазмаи нитроген ва ҳосилкардани карбогидридҳои беҳад, сианиди гидроген ҳадаф қарор мегирад.

Натиҷагирӣ ва нағони илмии рисола:

- саҳми муҳими атомҳои гидроген дар ҷараёни ҳосил шудани хокаю қабатҳои нимноқилӣ муқаррар карда шуд;
- дар ҷараёни бомбаборон кардани омехтаи механикӣи хлориди қалъагӣ ва сулфур тавассути атомҳои гидроген дар девораҳои реактор қабати таҳшинот ба мушоҳида расид, ки натиҷаи реаксияи якҷинсаи пайвастагиҳои гидрогендори паррони қалъагӣ ва сулфур мебошад;
- саҳми муҳими гидриди алюминийи носара зимни ҷараён гирифтани реаксияҳои мубодилаи ҳосилшавии теллуриди қалъагии таркибан стехиометрӣ муқаррар карда шуд;
- умедворкунанда будани корбурди плазмаи пастҳарорат барои пиролизи конденсатҳои газ ва имконияти ҳосил намудани атсетилен ва гомологҳои он муқаррар карда шуд.

Рисола аз муқаддима, панҷ боб, хулосаҳои умумӣ, рӯйхати адабиёти истифодашуда дар ҳаҷми 120 саҳифаи чопи компютерӣ, иборат аз 14 ҷадвал ва 33 расм мебошад.

Интишорот. Вобаста ба натиҷаҳои таҳқиқот 7 мақола ва 4 тезиси маърузаҳо нашр шудаанд, ки аз инҳо 4 мақола дар нашрияҳои тавсиякардаи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таъби расидаанд.

ANNOTATION

on the thesis of Safarov Bahriddin Saidovich on the topic "Application of low-temperature plasma to obtain a semiconductor powders, multi-component catalysts and processing of natural gas liquids" on competition of the scientist degrees of the candidate of technical Sciences, specialty 05.16.07 – metallurgy of technogenic and secondary resources

Keywords: plasma, plasma chemistry, low-temperature plasma, semiconductor, powder, catalyst, gas condensate, hydrogen-containing compounds, pyrolysis, zeolite, tin, sulfur, aluminum hydride.

The aim of the work is to develop plasma chemical methods for the production of semiconductor powders, catalysts for the treatment of waste gases, drinking and waste water using natural zeolites and coals. The study of the possibility of recycling of condensates in the nitrogen plasma and the obtaining of unsaturated hydrocarbons, hydrogen cyanide.

The results and their novelty:

- a significant contribution of hydrogen atoms to the formation of semiconductor powders and films is established;
- during the bombardment of the mechanical mixture of tin chloride and sulfur hydrogen atoms deposition of films on the walls of the reactor, which is the result of a homogeneous reaction of volatile hydrogen-containing compounds of tin and sulfur;
- a significant contribution of substandard aluminum hydride in the course of exchange reactions of the formation of tin telluride stoichiometric composition;
- the prospects of application of low-temperature plasma for pyrolysis of gas condensates and the possibility of obtaining acetylene and its homologues have been established.

The dissertation work consists of an introduction, five chapters, General conclusions, a list of bibliographic titles, including publications, set out on 120 pages of a computer set, contains 14 tables and 33 figures.

Publications. According to the research results, 7 articles and 4 abstracts were published, 4 of them are in publications recommended by the HAC under the President of the Republic of Tajikistan.

Подписано в печать 06.12.2018г. Бумага офсетная. Формат 60*84/16
Гарнитура литературная. Печат офсетная. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ТТУ.