

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

Факультет: Электроника ва Автоматика
Кафедра: Электроника ва микроэлектроника

ДЖУМАНИЁЗОВ ҲАМИДЖОН УМАР ЎҒЛИ

**Мавзу: Термодатчикларнинг параметрларига паст ҳароратли ишлов
беришнинг таъсирини тадқиқ этиш**

5521700 – Электроника ва микроэлектроника
Йўналиш бўйича бакалавр даражасини олиш учун
МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Кафедра мудири:

Проф. Илиев Х.М.

Илмий рахбар:

Абдурахманов Б.А.

Тошкент – 2014 й

Мундарижа

	Кириш	4
1-боб.	Адабиётлар	5
 тахлил.....	
1.1	Ҳарорат ўлчаш муаммосининг замонавий ҳолати	5
1.2	Ҳароратнинг яримўтказгичли	16
	латчиклари.....	
1.3.	Замонавий яримўтказгичли термодатчикларнинг	23
	истикқболли конструкцияси	
1.4	Кремнийда киришма атомларнинг нанокластерини	30
	ҳосил қилишни диффузион	
2-боб.	Асосий қисм.....	36
2.1	Кремнийда никел микрозарраларини ҳосил қилиш	36
2.2	Холл эффеки усули ёрдамида магнит	40
	нанокластерли кремнийнинг катталикларини	
	ўлчаш	
2.3	Термодатчикларнинг тавсифи ҳамда параметрини	41
	тадқиқ этиш усули ва	
	қурилмаси.....	
2.4	Паст ҳароратли ишлов беришнинг термодатчик	43
	параметрларига	
3-боб.	Ҳаёт фаолият	46
	хавфсизлиги.....	
4-боб.	Иқтисодий қисм.....	62
	
	Хулоса.....	68
	Фойдаланилган адабиётлар	69

Кириш

Ҳозирги кунда турли ҳил жисм ва жараёнларни бошқаришни автоматлаштирилган тизимини яратишга эътибор берилмоқда ҳамда бундай тизимларсиз ишлаб чиқаришни тассавур қилиб бўлмайди. Бундай автоматлаштирилган тизимларни яратишда турли хил физик катталикларни қайд қилувчи датчикларнинг ўрни беқиёсдир. Шундай датчиклардан бири ҳарорат датчиги бўлиб, улар ёрдамсиз жисмларнинг ҳарорати назорат қилиш, ўлчаш ва ростлаш жараёни амалга ошириб бўлмайди.

Ҳар бир датчиклар қатори ҳарорат датчиклари маълум бир параметрлар билан тавсифланади. Улардан тезкорлик бўлиб, ҳар доим ҳам уни юқори бўлиши талаб этилади.

Замонавий электрон асбобларни яратиш нано материаллардан фойдаланилмоқдадир. Бунга сабаб нано зарраларга эга бўлган материаллар ўзига хос ва тоқорланмас хоссаларга эга бўлади, яъни бундай материалларда, унинг хоссаларини тавсифловчи параметрлар оддий материалларникига қараганда юқорироқ бўлади.

Мазкур малакавий битирув ишида кремний ҳажмида шакллантирилган нано – ва микрозарраларнинг кремний асосида тайёрланган датчик параметрларига таъсирини ўрганишга бағишланган.

1.1 Ҳарорат ўлчаш муаммосининг замонавий ҳолати

Датчик, кириш сигналини қабул қилувчи ёки ғалаёнланган ҳамда электр сигнал билан жавоб қайтарувчи қурилмаси сифатида аниқланади. Датчик ва у билан боғланган занжир турли физик катталикларни, хусусан ҳароратни ўлчаш учун ишлатилади. Мазкур катталиклар датчикни ғалаёнлантирса, унинг чиқиши эса мос физик хоссани ўлчаш билан қайта ишланади. Датчиклар турли омилларга кўра синфланиши мумкин. Сигнални шаклланиши нуқтайи назардан датчиклар фаол ва сустга синфланади. Фаол датчиклар ташқи ғалаёнлантирувчи манбанинг бўлишини талаб қилади. резисторларга асосланган датчиклар, масалан яримўтказгичли ҳарорат датчиги, резистив термометрлар фаол датчиклардир. Бунга сабаб, улар орқали ток оқиб ўтади ва қаршилиқнинг қийматини аниқлаш учун датчикдаги кучланиш ўлчаниши керак.

Суст датчиклар ташқи ток ёки ташқи кучланишдан фойдаланмаган ҳолда ўзининг ташқи электр сигналини ҳосил қилади.

Ҳозирги кунда энг кенг тарқалган ҳарорат датчикларини, уларнинг тасифларини, афзалликларини ва камчиликларни кўриб чиқамиз.

Мутлоқ нолда юқори ҳароратда иккита турли метални бириктирсак, уларнинг орасида потенциаллар фарқи (ТермоЭЮК ёки контакт потенциаллар фарқи) пайдо бўлади. Бу потенциал бирикма ҳарорати функцияси бўлади[1,2,3]. Иккита кавшарни термо жуфтликларга шакллантириш учун иккита термо жуфтликлар симларини иккала учларидан ўзаро бириктириш керак бўлади. Агарда иккала кавшарлар турли ҳароратларда бўлса, занжирда натижавий ЭЮК пайдо бўлади ҳамда занжирдаги ЭЮК катталиги билан аниқланувчи ток оқиб ўтишни бошлайди. Агарда кучланишни ўлчасак, уни кавшарларнинг ҳароратларини фарқини ҳисоблашда ишлатишимиз мумкин. Терможуфтлик иккита кавшарларнинг ҳароратларини фарқини ўлчайди. Ўлчовчи қавшарда ҳароратни бошқа кавшарнинг (совуқ) ҳарорати маълум бўлгандагина ўлчаш мумкин бўлади. Терможуфтликлар ҳосил қилган кучланишни ўлчаш осон иш эмас. Агарда

терможуфтликка вольтметр уланса, у холда вольтметрга уланган симлар уланиш жойида термо жуфтликларининг кавшарини ҳосил қилади. мазкур кўшимча кавшарлар бир ҳил ҳароратда бўлган тақдирдагина умумий ЭЮК тизимига хатоликлар киритмайди.

Термо жуфтликлар ҳароратнинг кенг оралиғида ишловчи катта бўлмаган, аниқ ва нисбатан қиммат бўлмаган қурилмадир[2]. Улар тажовузкор муҳитларда юқори ҳароратларда (+ 2300°С гача) ўлчашларни амалга оширишда фойдалидир. Улар чиқишда милливольтли сигналларни беради ҳамда уларни кейинчалик қайта ишлашни ўтказиш учун аниқ кучайтиришни талаб этади. Улар шунингдек совуқ кавшарнинг ҳароратини қоплаш бўйича чораларни кўришни талаб этади. Улар бошқа датчикларга караганда чизиклироқдир. Саноатда ишлаб чиқариладиган [4,5] термо жуфтликларнинг асосий тавсифлари 1.1 – жадвалда келтирилган (ГОСТ 6616-94 «Термоэлектрик ўзгартиргичлар»)

Термо жуфтликлар турли жисмларнинг ҳароратини ўлчашда, шунингдек бошқариш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимларида кенг қўлланилади. Турли турда термо жуфтликларнинг қўлланилиш соҳаси ва ўзига хосликлари 1.2 – жадвалда келтирилган. Датчик конструкциясининг ишончилиги, кенг ҳарорат оралиғида ишлаш имкони ва арзонлиги туфайли терможуфтликлар ёрдамида ҳароратларни ўлчаш кенг тарқалди. Термо жуфтликларнинг кенг қўлланилиши биринчи навбатда уларнинг соддалиги монтаж қилишда қулайлиги, маҳаллий ҳароратни ўлчаш имкони билан боғлангадир. Уларнинг афзалликларига инерционликнинг кичиклигини ва кичик ҳарорат фарқларини ўлчаш имкониятини киритиш мумкин. Тажовузкор муҳитларда юқори ҳароратларни ўлчашда терможуфтликларнинг ўрни беқиёсдир. Термо жуфтликлар ҳарорат ўлчашнинг $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ сатҳида юқори аниқлигини таъминлайди улар чиқишда микроволтдан милливольтгача бўлган оралиқда ТермоЭЮКни ишлаб чиқаради. Бироқ кейинги ишловлар учун кучайтиришни талаб этади.

Таянч кавшарнинг (совуқ кавшар) ўрнатилган 0°C ҳароратида учта кенг фойдаланиладиган термо жуфтлар учун кучланишни ҳароратга боғлиқлик эгри чизиғи 1.1 – расмда келтирилган [5,6]. Келтирилган тавсифлар сигналларни меъёрлаш схемаларини ишлаб чиқаётган вақтда жуда фойдалидир. Гап шундаки, нисбатан кичик чиқиш сигналли терможуфтликлар паст шовқинли, кичик дрейфли ва катта кучайтиришли кучайтиргичларни талаб қилади.

Термо жуфтликларнинг ўзини тутушини тушуниш учун ҳарорат сакрашига унинг жавобининг нозизиқлигини кўриб чиқиш керак бўлади. 1.2 – расм жавоб чизиқли эмаслигини кўрсатади. 1.2 – расмда Зеебек коэффициентини, чиқиш кучланиши сезгир кавшарнинг ҳарорати ўзгаргандаги ўзгариши, яъни чиқиш кучланишининг ҳарорат бўйича биринчи ҳосиласи, ўлчовчи кавшарнинг ҳарорати билан ўзгариши кўрсатилган.

Конструкция ва мўлжалланганлиги бўйича терможуфтликлар ботириладиган ва сиртли; оддий, портиллашга хавфсиз, нам кирмайдиган ёки герметик ёки герметик бўлмаган қобиқли, шунингдек қобиқсиз; оддий, тебранишга чидамли ва зарбга бардошли; стационар ва кўчириладиган ва бошқаларга бўлинади [7].

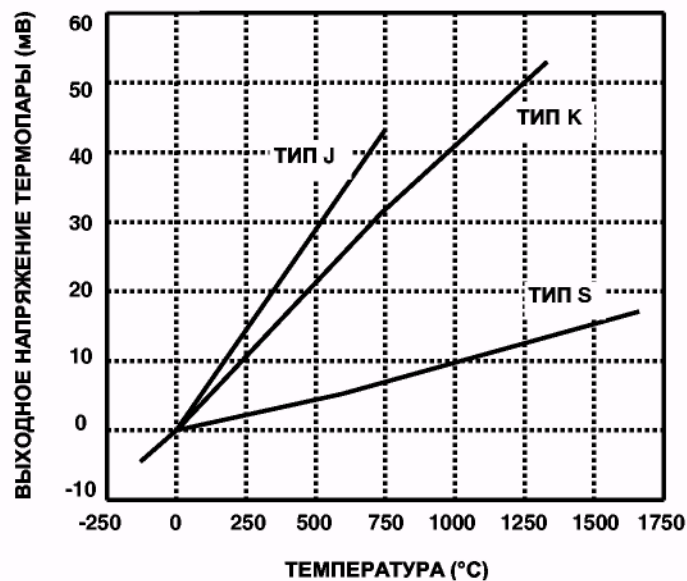
Ҳозирги кунда ҳароратни контакт усул билан ўлчаш учун электрон термометрлар [8] ишлаб чиқарилмоқда. Мисол учун ҳарорат ўлчагичларнинг сериявий [9] ишлаб чиқарилиши йўлга қўйилган бўлиб, уларнинг ҳар бири электрон блокдан ва алмаштириладиган ҳарорат датчикларининг жамламасидан иборатдир. Датчик стандарт хромел-алюминлий (К турдаги) терможуфтлик бўлиб, турли конструкцияда тайёрланган. Серия учта асбоблардан ташкил топгандир: ETI-2001, ETI-2002 ва ETI-2003 (1.3 – жадвал). ETI-2001 асбоби иккита ҳарорат оралиғига эга бўлиб, улар орасидаги ўтиш юза панелидаги тугма орқали амалга оширилади. Тор ҳарорат оралиғи юқори руҳсат этилганлик ва аниқлик билан тавсифланади. ETI-2002 ва ETI-2003 асбоблар фақатгина битта оралиққа эгадир. Асбоблар HOLD

тугмасига эга бўлиб, улар ёрдамида ҳароратнинг ўлчанган қийматини индикаторда қайд қилиб қолиш мумкин.

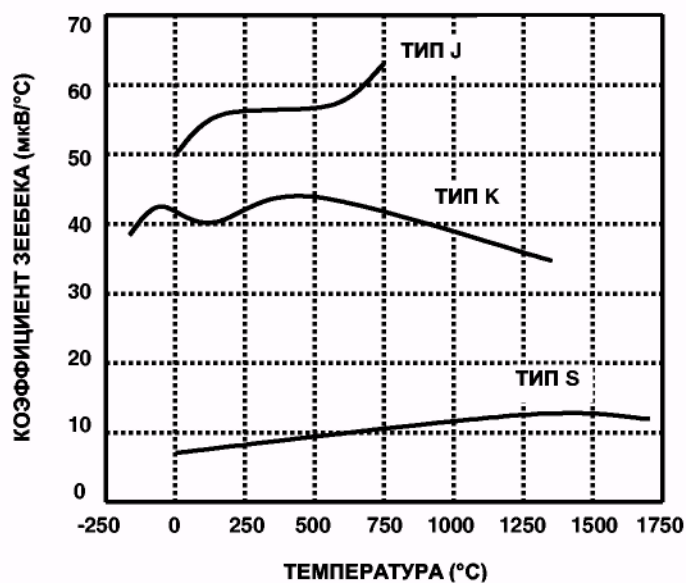
ET1-2001 контакт термометрининг ташқи кўриниши 1.3 – расмда кўрсатилган бўлиб, комплектга қуйидаги терможуфтликлар киради: юзаки ($t_{\max} = 1000^{\circ}\text{C}$ бўлган каттик жисмларнинг сиртидаги ҳароратни ўлчаш учун), ботириладиган ($t_{\max} = 250^{\circ}\text{C}$ бўлган сочиладиган ва суюқ моддаларнинг ҳажмидаги ҳароратни ўлчаш учун) ва қобиксиз ($t_{\max} = 250^{\circ}\text{C}$ бўлган ҳаво ва бошқа газларнинг ҳароратини ўлчаш учун)

Муаллифлар [10] томонидан кенг қўлланилишга эга бўлган юқори ишончликдаги ва фойдаланишда қулай бўлган митти Thermapen™ термометри ишлаб чиқилгандир. Термометр йиғиладиган зондга эгадир. Ҳароратни ўлчаш оралиғи: $\sim 49,9 \dots 199,9^{\circ}\text{C}$.

Ҳароратни ўлчаш учун нафақат термодатчикли махсус асбоблар мавжуддир, балки ҳароратни ўлчаш функциясига эга бўлган универсал мултиметрлар ҳам мавжуддир [11].



1.1 – расм. Термо жуфтликлар учун чиқиш кучланиши.



1.2 – расм. Терможуфтликларнинг Зеебек коэффициентини ҳароратга боғлиқлиги

Саноатда ишлаб чиқариладиган терможувфтликларнинг аосий параметрлари

Тури	Белгила-ниши НСТ	Термоэлектрод материали		термоЭЮК коэффициенти, мкВ/°С (оралиғида Т, °С)	Ишчи харорат оалиғи, °С	Чегара. Т, °С
		мусбат	манфий			
ТЖК	J	Темир (Fe)	константен қотишмаси (45% Cu + 45% Ni, Mn, Fe)	50-64 (0-800)	-200 дан +750 гача	900
ТХА	K	Хромел қотишмаси(90,5% Ni +9,5% Cr)	Алюмел қотишмаси (94,5% Ni + 5,5% Al, Si, Mn, Co)	35-42 (0-1300)	-200 дан +1200 гача	1300
ТМК	T	Мис (Cu)	Константан қотишмаси (55% Си + 45% Ni, Mn, Fe)	40-60 (0-400)	-200 дан +350 гача	400
ТХКн	E	Хромел қотишмаси (90,5% Ni + 9,5% Cr)	Константан қотишмаси (55% Cu + 45% Ni, Mn, Fe)	59-81 (0-600)	-200 дан +700 гача	900
ТХК	L	Хромел қотишмаси (90,5% Ni + 9,5% Cr)	Копел қотишмаси (56% Cu + 44% Ni)	64-88 (0-600)	-200 дан +600 гача	800
ТНН	N	Никросил қотишмаси (83,49% Ni +13,7% Cr + 1,2% Si+ 0,15% Fe + 0,05% C + 0,01% Mg)	Нисил қотишмаси (94,98% Ni + 0,02% Cr + 4,2% Si + 0,15% Fe + 0,05% C + 0,05% Mg)	26-36 (0-1300)	-270 дан +1300 гача	1300

ТПП13	R	Платина-родий қотишмаси (87%Pt + 13%Rh)	платина (Pt)	10-14 (600-1600)	0 дан +1300 гача	1600
ТПП10	S	Платина-родий қотишмаси (87% Pt + 13% Rh)	платина (Pt)	10-14 (600-1600)	0 дан +1300 гача	1600
ТПР	B	Платина-родий қотишмаси (70% Pt + 30% Rh}	Платина-родий қотишмаси (94% Pt + 6%Rh)	10-14(1000-1800)	600 дан +1700 гача	1800
ТВР	A-1 A-2 A-3	Вольфрам-рений қотишмаси(95% W + 5% Re)	Вольфрам-рений қотишмаси (80% W + Re)	14-7 (1300-2500)	0 дан +2200 гача 0 дан +1800 гача 0 дан +1800 гача	2500
ТСС	I	Силд қотишмаси	Силин қотишмаси	—	0 дан + 800 гача	900

Изоҳ: НСТ — халқаро ТСС классификацияси бўйича ўзгартиришнинг номинал статик тавсифи.

Айрим турдаги термо жуфтликларнинг қўлланилиш соҳаси ва ўзига
хосликлари

Терможуфтлик тури	Қўлланилишдаги ўзига хослик
ТХА	Эга: чизиклига яқин тавсифга Оксидловчи ва инерт муҳитларда ишлаш учун мўлжалланган.
ТХК	Эга: катта сезгирликка; 600°С гача бўлган ҳароратларда юқори термоэлектрик турғунликка. Оксидловчи ва инерт муҳитларда ишлаш учун мўлжалланган. Камчилиги: деформацияга сезгирликнинг юқорилиги.
ТПП	Эга: Газли емирилишга яхши чидамликка, айниқса юқори ҳароратларда ҳавода; вакуумда ишлаганда юқори ишончликка. Оксидловчи муҳитларда узоқ вақт ишлаш учун мўлжалланган. Камчилиги: термо жуфтликларни тайёрлашда, йиғишда ёки ишлатиш вақтида пайдо бўлган ифлосликларга термоэлектродларнинг юқори сезгирлиги.
ТВР	Эга: 2200°С бўлган ҳароратларда оксидламайдиган муҳитларда узоқ вақт ишлаш имкони; аргон, гелий, қурик водород ва азотга чидамлик Обладают: возможностью длительного применения при температурах до 2200°С в неокислительных средах; устойчивостью в аргоне, гелии, сухом водороде и азоте. Камчилиги: ТермоЭЮКни қайта такрорланишининг ёмонлиги, термоэлектрод жуфтликларини А-1, А-2, А-3 номинал статик тавсифли гуруҳлар бўйича гуруҳлашга мажбураш.
ТНН	Эга: юқори турғунликдаги термоЭЮКга (ТХА, ТПП, ТПР терможуфтликлар билан солиштирганда); радиацияга юқори бардошлик; электродларни оксидланишига юқори турғунлик. 0-1230°С ҳарорат оралиғида ҳароратни ўлчашнинг универсал воситаси сифатида мўлжалланган.

Электрон термометрларнинг тавсифлари

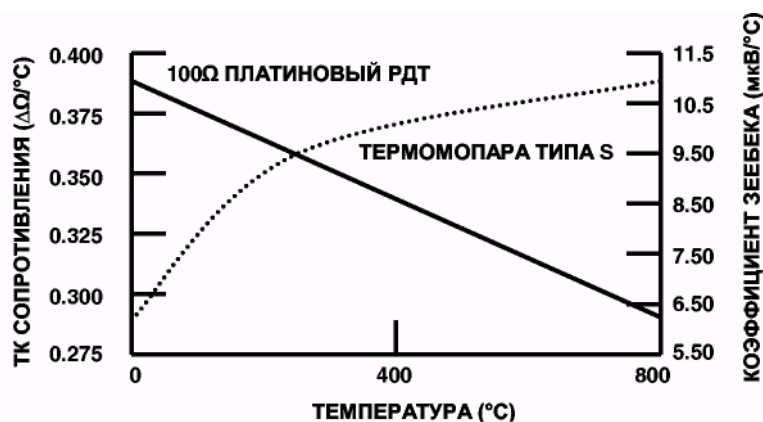
Асбоб тури	ETI-2001	ETI-2002	ETI-2003
Оралиқлар сони	2	1	1
Ўлчаш оралиғи, °C	-49,9...199,9 -50...1000	-49,9...199,9	-50...1000
Рухсат этилганлик	0,1°C	0,1°C	1°C
Аниқлик	±0,5°C+1% ±1°C ±0,5%	±0,5°C ±1%	±1°C ±0,5%
Таъминот	9 В батареяка («Крона» туридаги)		
Батареянинг ишлаш вақти	150 соат	175 соат	175 соат
Сенсор тури	ТХА терможуфтлик (К туридаги)		
Индикатор тури	СК, белги баландлиги 13 мм		
Ўлчами	141x73x35 мм		
Оғирлиги	220 г	210 г	210 г



1.3 – расм. Контактли ETI-2001 термометрнинг ташқи кўриниши

Ҳароратнинг резистив датчикларида [12] ҳарорат ўзгариши билан уларнинг қаршилиги ўзгаради. Резистив датчиклар одатда керамик каркасга ўраланган платина симидан тайёрланади. Резистив датчикларнинг

тавсифлари ҳароратнинг кенг оралиғида термोजуфтликларга қараганда аниқроқ ва чизиклидир (1.4 – расм). демак, резистив датчикларнинг чизиклаштириш жараёни соддароқдир.



1.4 – расм. Ҳароратнинг резистив датчикларининг тавсифлари

Параметрлар:

- Резистив ҳарорат датчигининг (РХД) стандарт катталиги 100 ва 1000 Ом.
- 100 Ом учун типик ҳарорат коэффиценти = 0,385 Ом/К.
- Юқори чизиклилиқ (Термोजуфтликлардан яхши).

Термोजуфтлардан фарқли ўлароқ, РХД ғалаёнлантириш токини мавжуд бўлишини талаб этади. РХД нинг ҳарорат коэффицентининг кичик бўлиши термо жуфтликлар каби юқори ишчи тавсифли сигналларни меъёрлаш схемасини талаб этади. РХД ларнинг нарҳи термо жуфтликларга қараганда юқори бўлсада, уларда мис симлари ишлатилади ва боғловчи симлар билан боғлиқ бўлган термоэлектрик эффект аниқликка таъсир қилмайди. Нихоят уларнинг қаршилиги мутлоқ ҳароратнинг функцияси бўлганлиги учун, РХД совуқ кавшарнинг ўрнини қоплашни талаб қилмайди.

Ғалаёнлантириш токи ишлатилганда эҳтиёт бўлиш керак. Сабаби РХД орқали оқиб ўтаётган ток уни қизишга олиб келади. Бу ўз ўзидан қизиш РХД ҳароратини ўзгартиради ва ўлчаш ҳатолиги сифатида намоён бўлади. Ўлчашда хато берувчи бошқа бир эффект РХДга уланувчи симларда кучланиш тушувидир.

Замонавий интеграл ҳарорат датчиклари [13-15] ишчи ҳароратнинг -55°C дан $+150^{\circ}\text{C}$ гача бўлган оралиғида юқори аниқлик ва юқори чизикликни беради.

Ичида мавжуд бўлган кучайтиргич датчикларнинг чиқиш сигналларини кулай катталикларга келтирган ҳолда масштаблаштириши мумкин, масалан $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$ га ўтказиш мумкин. Датчиклар термо жуфтликлар учун совук кавшарни компенсация қилиш занжирида жуда фойдалидир.

Ҳароратнинг барча интеграл датчиклар ишлашида биполяр транзистор V_{BE} база-эмиттер кучланиши ва унинг коллектор тоқлари орасидаги нисбатни ишлатади:

$$V_{BE} = \frac{kT}{q} \cdot \ln\left(\frac{I_C}{I_S}\right) \quad (1.1)$$

бу ерда k – Болцман доимийси, T – мутлоқ ҳарорат, q – электрон заряди, I_S – транзистор ҳарорати ва ўлчамига боғлиқ бўлувчи ток.

Якка транзистор билан бир ҳил бўлган N та транзистор олинса ва улар орасидаги I_C токни тенг бўлсак, база-эмиттер кучланишининг янги қиймати кўйидаги катталиқка эга бўлади:

$$V_{BE} = \frac{kT}{q} \cdot \ln\left(\frac{I_C}{N \cdot I_S}\right) \quad (1.2)$$

Мазкур занжирлардан ҳеч бири I_S токни ҳароратга катта боғлиқлиги туфайли ўзи ўзидан қизиқиш уғотмайди. Бироқ якка транзистор ва N транзистор орқали оқиб ўтадиган токни тенг қилинса, иккита эмиттер база кучланишларининг фарқини мутлоқ ҳароратга боғлиқлик ифодаси I_S аъзони ўз ичига олмайди.

Ҳароратнинг К1019ЕМ1 [16] интеграл датчиги кичик дифференциал каршилиқка эга бўлган икки кутублик бўлиб, ундаги кучланиш тушуви 0°C ҳароратда ва 1 мА ток бўлган вақтда 2932 мВ ташкил қилади ва датчик қобиғининг мутлоқ ҳароратига пропорционал ўзгаради. Бундай датчикларнинг мутлоқ КҲК мусбат бўлиб, $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилади [11].

Шунингдек, WAD турдаги термодатчиклар яратилгандир [14]. WAD турдаги датчикларда ҳарорат сезгир элемент кремнийли p-n ўтиш бўлиб, ўзига хос турғун ҳарорат тавсифига, ҳароратнинг циклик ўзгарганда қийматларни такрорланувчанлиги, ҳароратнинг кенг оралиғида термо сезгир параметрларни монотон ўзгаришига эгадир. Керакли ўлчаш аниқлигини таъминлаш учун WAD турдаги датчикларнинг барча тури учун галаёнлантириш токи $100 \text{ мкА} \pm 0,5 \%$ ташкил қилади. барча турдаги ҳарорат сезгир элементларнинг сезгирлиги 0°C да $2,39 \text{ мВ/К}$ ташкил қилади.

WAD датчикларнинг техник тавсифлари қуйидаги қийматларга эгадир. WAD305 – ейилишга чидамли, сим чиқишларга эга бўлган герметик металл шишали қобикдаги датчикдир. Ўлчанадиган ҳарорат оралиғи -269°C дан $+250^\circ\text{C}$ гачадир. Датчик, жисмнинг $2,3 \text{ мм}$ диаметри тирқишига осонгина ўрнатилади. Датчик – муҳит иссиқлик қаршилигини камайтириш учун датчик ва иссиқлик узатгич орасидаги тирқиш КТП-8 иссиқлик ўтказувчи паста билан тўлдирилади. 250°C гача қиздирилган термодатчикни суяқ азотга (-196°C) ботирилганда ҳарорат ўзгаришига реакция вақти WAD305 учун 5 секунддан ошмайди. Шунингдек параметрлари WAD305 га ўхшаш бўлган WAD306 датчиклар босма платанинг юзасига йиғиш учун митти пластмассали қобикда ишлаб чиқарилади. Ўлчанадиган ҳарорат оралиғи -60°C дан $+125^\circ\text{C}$ гачадир. SOT-23 турдаги қобик.

1.2 Ҳароратнинг яримўтказгичли датчиклари

Ҳароратнинг яримўтказгичли датчиги (термистор) қаршилиқнинг катта ҳарорат коэффицентига эга бўлган яримўтказгич резистордир [14-16]. Асосий ўзига хос томони ҳарорат ошганда қаршилиги сезиларли даражада камаядиган, яъни қаршилиқнинг манфий ҳарорат коэффицентига эга улган яримўтказгичли термодатчиклар кенг тарқалгандир [2].

Ҳарорат ошиши билан яримўтказгичнинг қаршилиги камайиши турли сабабларга кўра бўлиши мумкин – заряд ташувчиларнинг концентрацияси ошиши ёки уларнинг ҳаракатчанлигининг ошиши, шунингдек фазавий ўзгаришлар туфайли бўлиши мумкин [17].

Биринчи ҳодиса ковалент яримўтказгичлардан (кремний, германий, кремний карбиди, $A^{III}B^V$ турдаги бирикма ва бошқалар) тайёрланган яримўтказгичли термодатчиклар учун хосдир. Бундай яримўтказгичларда каршилиқнинг манфий ҳарорат коэффиценти барча киришмалар ионлашган бўлган ҳарорат соҳасида ёки хусусий электр ўтказувчанлик бўлган вақтда кузатилади [18]. Иккала ҳолатда ҳам яримўтказгичнинг солиштирма каршилигининг боғлиқлиги асосан заряд ташувчиларнинг концентрацияси ўзгариши билан аниқланади. Мазкур ҳолатда уларнинг ҳаракатчанлигини нисбатан кам ўзгаришини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Бунда яримўтказгич каршилигини ҳароратга боғлиқлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$R = R_{\infty} \exp \frac{V}{T}, \quad (1.3)$$

бу ерда V – ҳарорат сезгирлигининг коэффиценти; R_{∞} - яримўтказгичли термодатчикларнинг ўлчамлари ва материални тавсифловчи доимий. Киришмаларнинг тўлиқ ионлашмаганда ва компенсация бўлмаганда қуйидагига эга бўламиз:

$$V = \frac{\Delta E_k}{2k} \quad (1.4)$$

бу ерда ΔE_k – киришмаларнинг (донор ёки акцептор) ионлашиш энергияси.

Киришмалар тўлиқ ионлашмаган компенсация қилинган яримўтказгич учун:

$$V = \frac{\Delta E_k}{k}. \quad (1.5)$$

Хусусий электрўтказувчанлик ҳолати учун:

$$V = \frac{\Delta E}{2k} \quad (1.6)$$

где ΔE – ширина запрещенной зоны.

Саноатда ишлаб чиқарилаётган яримўтказгичли термодатчикларнинг каттагина қисми [6] ўтиш металлларининг оксидлари бўлаган поликристалл яримўтказгичдан тайёрланади. Уларда ион боғланиш устунроқ бўлади. Бу турдаги материалларнинг электр ўтказувчанлиги ковалент

яримўтказгичларнинг электрўтказувчанлигидан фарқ қилади [8]. Одатда бу турдаги материаллар учун тўлмаган электрон қобикни ва ўзгарувчан валентликнинг бўлиши хосдир[15]. Оксидларни ҳосил бўлиш натижасида маълум бир шароитларда (киришмаларнинг мавжуд бўлиши, стехиометриядан оғиши) бир хил кристаллографик жойлашувларда ҳар хил зарядли ионлар пайдо бўлади. Мазкур ионлар ўртасида электронлар билан алмашув оксидли яримўтказгичларнинг электрўтказувчанлиги билан тушунтирилади. Бундай алмашув учун керак бўлган энергия катта бўлмайди. Бир иондан бошқасига ўтиши мумкин бўлган барча электронларни (ковакларни) эркин заряд ташувчи деб ҳисобласа бўлади. Уларнинг концентрациясини термисторнинг ишчи оралиғидаги ҳароратда ўзгармас деб ҳисобласа бўлади.

Заряд ташувчиларнинг ионлар билан ўзаро таъсирлашувининг кучли бўлганлиги сабабли оксидли яримўтказгичларда ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги етарлича паст бўлади ва ҳарораткўтарилиши билан экспоненциал ошади. Натижада оксидли яримўтказгич қаршилигини ҳароратга боғлиқлиги худди ковалентли яримўтказгичлар каби бўлади. Бироқ ҳароратга сезгирлик коэффциенти мазкур ҳолатда уларнинг концентрациясини ўзгариши билан эмас, балки ҳаракатчанликни ўзгариши билан тавсифланади.

V_2O_4 ва V_2O_3 ванадий оксидида фазавий ўзгариш ҳароратида (68 ва - 110°C) ўтказувчанликни бир неча тартибга ошиши кузатилади. Мазкур оксидлар асосида қаршилиқнинг ҳарорат коэффциенти жуда катта бўлган термисторлар яратилган [2].

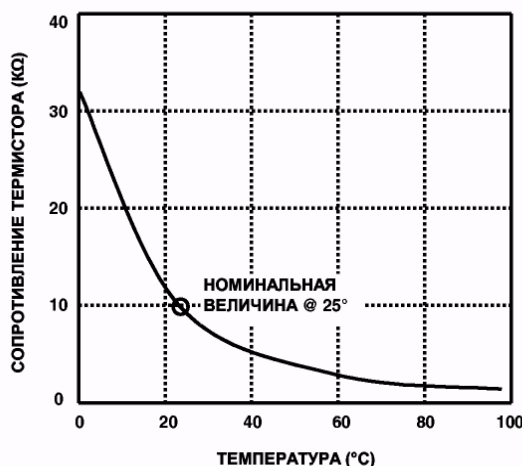
Яримўтказгичли термодатчикларда қаршилиқ ёки улар орқали электр токи оқиб ўтганда ажраладиган иссиқлик таъсирида ёки атроф муҳитнинг ҳарорати ўзгариши натижасида ўзгаради

Ҳароратнинг яримўтказгичли датчикларининг тавсифларини аниқроқ кўриб чиқамиз. Яримўтказгичли термодатчикларнинг ҳарорат тавсифи

дейилганда унинг қаршилигини ҳароратга боғлиқлиги тушунилади. Термисторлардан бирининг[13] ҳарорат тавсифи 1.5 – расмда келтирилган.

Яримўткагичли термодатчикнинг номинал қаршилиги – атроф муҳитнинг маълум бир ҳароратидаги қаршилигидир. Кўпгина яримўткагичли термодатчиклар учун номинал қаршилик 20 ёки 25°C да кўрсатилади. Яримўткагичли датчиклар номиналдан ± 20 , 10 ва 5 %. Рухсат берилган оғиш билан тайёрланади. Ҳар хил турдаги яримўткагичли термодатчикларнинг номинал қаршилиги бир неча Омдан ўнларча Мом бўлади. У термисторнинг шакли ва ўлчамига боғлиқ бўлади ва оксид аралашманинг таркиби билан аниқланади. Аралашма ўзгартирилганда, қаршиликнинг ҳароратга боғлиқлик кўриниши (R-T эгри чизик) ҳам ўзгаради. Бундан ташқари юқори ҳароратларда турғунлик ҳам ўзгаради. Юқори қаршиликка эга бўлган термо датчиклар катта турғунликка эга бўлишади.

Ҳароратга сезгирлик коэффициенти В яримўткагичли термодатчикларнинг ҳарорат тавсифининг экспонента кўрсаткичидаги коэффициентдир. Ҳароратнинг яримўткагичли датчигининг материали хоссасига боғлиқ бўлган мазкур коэффициентнинг қиммати ҳароратнинг ишчи оралиғида мазкур термодатчик учун ўзгармасдир ҳамда турли турдаги яримўткагичли термодатчиклар учун 700 дан 15000 К гача бўлган ораликда ётади.



1.5 – расм. МХК эга бўлган 10 кОмли яримўткагичли термодатчик қаршилигининг ўзгариши

Ҳароратга сезгирлик коэффициенти тажриба йўли билан яримўтказгичли термодатчик қаршилигини T_0 ва T ҳарораларда ўлчаш орқали топиш мумкин:

$$B = \frac{\ln \frac{R_0}{R}}{\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}} \quad (1.7)$$

Қаршилиқнинг ҳарорат коэффициенти ҳароратни бир градусга ўзгарганда термодатчик қаршилигининг нисбатан ўзгаришини кўрсатади:

$$TKR = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \quad (1.8)$$

Қаршилиқнинг ҳарорат коэффициенти ҳароратга боғлиқ бўлади. Шунинг учун мазкур қиймат олинган ҳароратни кўрсатувчи индекс билан аниқлаш керак бўлади. Ҳарорат коэффициентини ҳароратга боғлиқлиги куйидаги ифода билан ёритилади:

$$TKR = -\frac{B}{T^2} \quad (1.9)$$

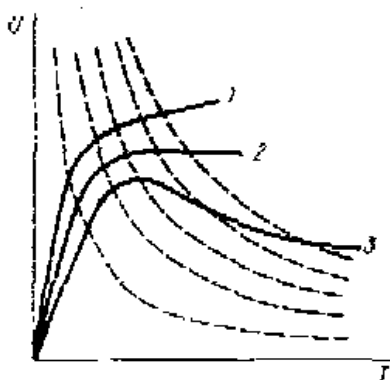
Хона ҳароратида қаршилиқнинг ҳарорат коэффициентининг қиймати ҳароратнинг турли турдаги яримўтказгичли датчиклари учун $(0,8 \div 6,0) \cdot 10^{-2}$ град⁻¹ оралиғида ётади.

Яримўтказгичли термодатчикларнинг статик волтампер тавсифи термистор ва атроф муҳит ўртасида иссиқлик мувозанати шароитида датчикдаги кучланиш тушувини у орли оқиб ўтаётган тока боқлиқлиги билан аниқланади.

Яримўтказгичли термодатчикларнинг статик волтампер тавсифи 1.6 – расмда кўрсатилган [17].

Ҳароратни термистор ёрдамида ўлчаш учун у орқали электр токини ўтказиш керак. Сезгир элемент орқали токни ўтиши уни қизишига олиб келади. Қандайдир ҳароратда иссиқлик мувозанати юз беради, яъни термодатчикда ажралаётган барча қувват атроф муҳитга сочилади. Шундай қилиб, ўлчаш ҳатолиги кичик бўлишини таъминлашни хоҳласак,

келтириладиган қувватни камайтиришимиз ёки термисторни атроф муҳит билан иссиқлик алмашув коэффициентини оширишимиз керак. масалан термодатчик сезгир элементини назорат қилинадиган жисм юзаси билан яхши контактни таъминлаш керак бўлади.



1.6 – расм. Яримўтказгичли термодатчикнинг волтампер тавсифи

максимал руҳсат берилган ҳарорат – ҳароратни яримўтказгичли датчиги параметр ива тавсифларининг қайта тикланмас ўзгариши юз бермайдиган ҳароратдир, яъни максимал руҳсат берилган ҳарорат нафақат бошланғич материалнинг хоссаси билан, балки конструктив ўзига хослиги билан ҳам аниқланади. Максимал руҳсат берилган қувват сочилиши - $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ҳароратда тинч ҳавода турган яримўтказгичли термодатчик ток оқиб ўтганда максимал руҳсат берилган ҳароратгача қизиши юз берадиган қувват. Атрофдаги ҳавонинг ҳарорати пасайганда, шунингдек яхши иссиқлик олиб кетишни таъминлайдиган муҳитларда яримўтказгичли термодатчик ишлаганда сочилиш қуввати максимал руҳсат берилган қийматдан ошиши мумкин. Термисторлар учун максимал руҳсат берилган қувват сочилиши 0.8 дан 1.2 мВт гача бўлган оралиқда ётади.

Кичик ток ва кучланишларда тавсифнинг чизиқлиги яримўтказгичли термодатчик томонидан ажралиб чиқаётган қувват унинг ҳароратини сезиларли ўзгаришига етарли бўлмаслиги билан тушунтирилади. Шундай қилиб, яримўтказгичли термодатчик қаршилиги умумий ҳарорат (атроф муҳитнинг ҳарорати ва қизиб кетиш ҳарорати) билан аниқланади. Бундай токларда яримўтказгичли термодатчикнинг қаршилиги камаяди ва статик волтампер тавсифнинг чизиқлиги бузилади. Токнинг кейинчалик ошиши ва

яримўтказгичли термодатчикнинг катта ҳароратга сезгирлигида статик волтампер тавсифида тушувчи соҳа кузатилади, яъни термистор орқали оқиб ўтаётган токни ошиши билан ундаги кучланишни камайиши[4].

Яримўтказгичли термодатчикда ажралаётган қувват у орқали оқиб ўтаётган токни ошиши билан, датчикка тушаётган кучланишни камайишига қарамасдан, узлуксиз ошиб боради. Натижада қувватга тенг бўлган гипербола термистор волт ампер тавсифида битта нуқтада кесишади. Биринчи турдаги статик волтампер тавсифли яримўтказгичли термодатчикларда токни ошиши тавсифнинг бутун қўламида термистордаги кучланишни ошишини келтириб чиқаради. Бундай тавсифга эга бўлган яримўтказгичли термодатчиклар, масалан ўлчаш схемаси ёки қўприк схемаси бўйича кучланишни турғунлаштириш учун ишлатилади [13]. Иккинчи турдаги статик волтампер тавсифли яримўтказгичли термодатчиклар кучланишни турғунлаштириш схемаларида ишлатилиши мумкин. Учунчи турдаги статик волтампер тавсифли яримўтказгичли термодатчиклар, токни нисбатан катта ўсиши талаб этиладиган турли автоматик бошқариш схемаларида ишлатилади.

Яримўтказгичли термодатчикларнинг статик волтампер тавсифи бўйича синфланиши [13] шартлидир. Бунга сабаб айрим термисторлар барча санаб ўтилган тавсифларни турли омилларнинг таъсирига боғлиқ равишда эга бўлиши мумкин.

Доимий вақт катталиги сифатида яримўтказгичли термодатчик ҳарорати танланган ҳарорат даражалари фарқидан e (2,718) марта камайиши юз берадиган вақт олинади. Доимий вақт билан тавсифланадиган яримўтказгичли термодатчикнинг иссиқлик инерционлиги яримўтказгичли термодатчикнинг конструкцияси ва ўлчамлари билан аниқланади ва термистор турган муҳитнинг иссиқлик ўтказувчанлигига боғлиқ бўлади. Турли турдаги яримўтказгичли термодатчиклар учун доимий вақт 0,5 дан 140 сек гача бўлган ораликда ётади.

1.3. Замонавий яримўтказгичли термодатчикларнинг истиқболли конструкцияси

Сўнги вақтларда ҳароратнинг сезгир датчиклари сифатида манфий ҳарорат коэффициентига эга бўлган яримўтказгичли термоқаршилиқлар ёки NTC-термисторлар (NTC-thermistors) [7,19,20] ишлатилмоқда. Бироқ, умумий вазифани ҳал қилиш учун, яъни назарорат қилинаётган жараённинг ҳарорати берилган қийматгача кўтарилганда ёки пасайганда ҳосил бўладиган электр сигналларни олиш учун термисторлар қўшимча электрон схемалар билан таъминланган бўлиши керак. Мазкур схемалар берилган ҳароратнинг қийматини ажратиш вазифасини ҳал қилишни амалга оширади. РФА бошқариш муаммолари институти VZ SENSOR Ltd. фирмаси билан ҳамкорликда L-шаклдаги волтампер тавсифли яримўтказгичли структура асосида заковатли (функционал) термисторлар (Z-thermistors) яратилган бўлиб, улар берилган ҳароратнинг қийматини ажратиш вазифасини ҳеч қандай қўшимча электрон схемаларсиз ҳал қилиш қобилиятига эгадир.

Z-термисторлар ўзгармас кучланиш манбаси занжирига тўғри йўналишда (+ кутуб структуранинг p-соҳасига) уланадиган яримўтказгичли p-n структурадир. Структура, уни берилган ҳарорат қийматгача қиздирилганда битта турғун ҳолатдан бошқа турғун ҳолатга (50 - 100 марта катта ток билан) ўтиш функциясига эгадир. Ишлаш ҳароратининг талаб этилган қийматини ўрнатиш таъминот кучланишини ўзгартириш орқали амалга оширилади. Структуранинг (Z-термисторни) битта турғун ҳолатда бошқа турғун ҳолатга ўтиш давомийлиги 1 - 2 мкс ни ташкил қилади. Z-термисторнинг уланиш схемаси U таъминот кучланиши ва R юклама қаршилигидан ташкил топгандир. R юклама қаршилиги бир вақтнинг ўзида Z-термистор катта токли ҳолатга ўтганда унинг токини чекловчи вазифасини ҳам бажаради. Чиқиш сигнали (кучланишни сақраши) R юклама қаршилигидан ёки тескари ишора билан Z-термистордан олиниши мумкин. Юқорида айтиб ўтилганидек Z-термисторлар -40 - $+100^{\circ}\text{C}$ оралиқдаги ҳароратнинг ихтиёрий қийматига U таъминот кучланишини ўзгартириш орқали ростланиши мумкин. Бунда

битта ҳароратда ҳар ҳил таъминот кучланишидан ишловчи Z-термисторларнинг ҳар ҳил турини тайёрлаш мумкин. Z-термисторларни турларга ажратиш учун базавий ҳарорат тушунчаси киритилгандир [20]. Базавий ҳарорат сифатида ҳона ҳароратининг қиймати (room temperature) $+20^{\circ}\text{C}$ қабул қилинган. Z-термисторлар базавий ҳароратда ишлаш кучланишининг 1 дан 100 В гача бўлган ихтиёрий қийматлари учун тайёрланиши мумкин. Фойдаланувчиларнинг қулайлиги учун электрон техникада кўпинча ишлатиладиган кучланишларнинг бир қатор қийматлари билан чекланиб қоламиз: 1,5 В; 3 В; 4,5 В; 9 В; 12 В; 18 В; 24 В (1.4 – жадвалга қаранг).

Z-термисторлар нафақат берилган ҳарорат қийматининг юқори аниқликдаги, ишончли ва ишлатишда сода бўлган сигнализатори сифатида ишлатилиши мумкин, балки улар худди шу ҳарорат оралиғида ($-40 - +100^{\circ}\text{C}$) ҳароратни узлуксиз ўлчаш учун ҳарорат сенсори сифатида ишлатилиши мумкин. Ўлчанаётган ҳароратнинг пастки ва юқори чегарасини билган ҳолда (масалан медицинада ишлатиладиган термометр учун $+34^{\circ} - +43^{\circ}\text{C}$), таъминот кучланиши шундай танланиши керакки, мазкур ўлчаш чегарасига мос келувчи термистор токининг қиймати, ВАТ танланган соҳасида бўлиши керак. Z-термисторларнинг ҳам остонавий режим, ҳам узлуксиз ўлчаш режимида ишлагандаги аниқлик имкониятилари таъминот кучланишининг турғунлиги билан аниқланади ҳам $0,1 - 0,01^{\circ}\text{C}$ оралиғида ётади. Амалий нуқтайи назардан Z-термисторларни частота-импульсли режимда ишлаши катта қизиқиш уйғотади. Бунинг учун Z-термисторга параллел равишда $C \gg 0,05 - 0,15$ мкФ сиғим уланди. Бу эса катта амплитудаги (таъминот кучланишидан 0,5 тартибда) аррасимон импульсларни генерациясини келтириб чиқаради. Уларнинг келиш частотаси ҳароратга пропорционалдир.

Кўп йиллик тадқиқотлар қандайдир деградацияларнинг пайдо бўлишини ёки Z-термисторларнинг ишчи тавсифининг дрейфини аниқламади. Z-термисторларнинг ишчи оралиғига нисбатан икки мартадан ортиқ

киздирилиши уланинг хеч қандай бузилишига, ёки тавсифнинг ўзгаришига олиб келмайди. Бу эса уларнинг юқори ишонччиликка эга эканлигини англатади.

Z-термисторнинг аналогий йўқдир ва уларни ишлаб чиқариш технологиясига электрон компоненталарни ишлаб чиқарувчиларга эга эмаслар.

1.4 – жадвал

+20°C ҳароратда ва резисторнинг қаршилиги $R = 0.25 + 5 \text{ кОм}$ бўлгандаги Z-термисторнинг техник параметрлари

Z-термистор тури		TZ-1	TZ-3	TZ-4	TZ-12	TZ-18	TZ-24
Остонавий кучланиш	$U_{th}(В)$	<1,5	$3 \pm 0,5$	$4,5 \pm 1$	12 ± 2	18 ± 3	24 ± 3
Остонавий ток	$I_{th}(mA)$	<0,05	<0,1	<0,15	<0,2	<0,25	<0,35
Иккиламчи кучланиш	$U_f(В)$	<0,7	<1,5	<2	<5	<8	<10
Иккиламчи ток	$I_f(mA)$	>1,5	>1,7	>3	>2,5	>3	>3,5
Кириш сигнали	$U_R(В)$	>0,5 U_{th}	"	"	"	"	"
Сочиладиган қувват	$P(mВт)$	<100	"	"	"	"	"
Ўтиш давомийлиги U_{th} - U_f	$t(мкс)$	<5	"	"	"	"	"
Ажрата олиш қобилияти	$T(^{\circ}C)$	<0,1	"	"	<<0,1	"	"
1 соҳа сезгирлиги	$S_1(мВ/^{\circ}C)$	>10	"	"	>30	"	"
2 соҳа сезгирлиги	$S_2(мВ/^{\circ}C)$	>20	"	"	>60	"	"
3 соҳа сезгирлиги	$S_3(мВ/^{\circ}C)$	>200	"	"	>400	"	"
Тезкорлик	$T(сек)$	<1	"	"	<<1	"	"

Z-термисторларнинг умумий тавсифлари:

- Ишчи ҳарорат оралиғи: $-20 + 100 \text{ }^{\circ}C$.
- Остонавий кучланиш оралиғи: 60 - 0,5 В.
- Z-термистор ўлчамлари: 1 x 1 x 0,3; 2 x 2 x 0,3; 3 x 1,5 x 0,3 мм.
- Z-термистор белгиланиши: TZ-(1; 3; 4; 12; 18; 24).
- T- сенсорнинг функционал тури (Thermistor).

- Z – ишлашнинг физик тамойили (Z-эффект).
- (1; 3; 4; 12; 18; 24) - 20°C даги остонавий кучланиш.

Еrcos AG фирмаси [15] мусбат ҳарорат коэффициентига эга бўлган термисторларнинг (РТС) номенклатурасига иккита янги серияни қўшди. В59701 сериядаги ва 0805 қобикдаги термистор билан таққослаганда янги термисторлар ўша тавсифларга эга бўлган ҳолда 0603 қобикқа жойлашади. Бу билан эса платадаги майдонни тахминан 50% га тежашни таъминлайди. В59601А0 А062 стандарт термисторлар 75 дан 135 °С гача бўлган ҳароратларда 10°C қадам билан ишлашга мўлжаллангандир. Номинал ҳароратда максимал оғиш $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилади. Номинал ҳароратдаги қаршилик 4,7 кОм ни ташкил қилади. В59601А0 В062 термисторлар стандарт термистордан номинал ҳароратдан оғиши билан фарқ қилади ва $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилади. Мазкур термисторлар ишлаш ишончилигига ва параметрларнинг аниқлигига юқори талаблар қўйиладиган қурилмаларда ишлатилади. Иккала сериядаги термисторлар R/T график боғлиқликнинг тиклиги билан фарқ қилади. Остонавий ҳарорат 10 °С га кўтарилса, қаршилик 20 кОм қийматгача ошади (остонавий ҳарорати 75 ва 85°C бўлган термисторлар). Мазкур сериядаги қолган термисторларнинг қаршилиги ҳароратни остонавий ҳароратдан 10 °С га кўтарилганда 40 кОм қийматгача ошади. РТС термисторнинг митти чипи йиғилаётган компоненталарнинг сирт зичлиги катта бўлган қурилмаларни ҳарорат ошиб кетишидан ҳимоя қилиш ва назорат қилиш учун қўлланилади. Мазкур термисторлар DC/DC ўзгартиргичларда, импульсли таъминот манбаларида, волфрам-галогенли ва флуоресцент лампалар учун электрон трансформаторларда, аккумуляторларда қўлланилишга эга бўлди.

Ҳозирги кунда ток бўйича ошиб кетишдан ҳимоя қилишга мўлжалланган янги РТС термисторлар ишлаб чиқилган [15].

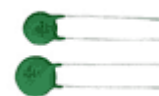
Ҳароратнинг яримўтказгичли датчиклари қобик тури бўйича 1.7 – расмда келтирилган бир неча серияларга бўлинади.



K164N_серия



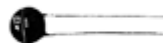
B57045K_серия



JNR серия



B59901D_серия



B57045K_серия



PTC_V серия

1.7 – расм. Ҳароратнинг яримўтказгичли датчикларининг сериялари

Кенг тарқалган СТ [21] турдаги ҳароратнинг яримўтказгичли датчикларнинг асосий параметрлари 1.5 – жадвалда келтирилган. СТ8000 сериядаги ҳароратнинг яримўтказгичли датчигининг параметрлари ва тавсифлари 1.6 – жадвалда ва 1.8 – расмда келтирилган.

1.5 - жадвал

СТ турдаги яримўтказгичли термодатчикнинг асосий параметрлари

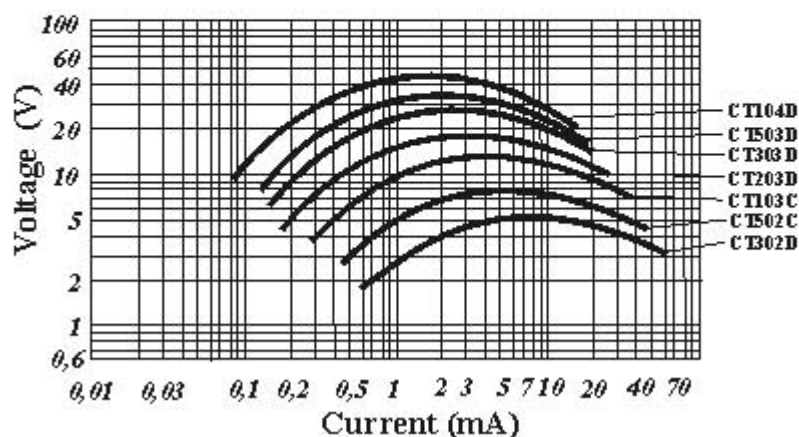
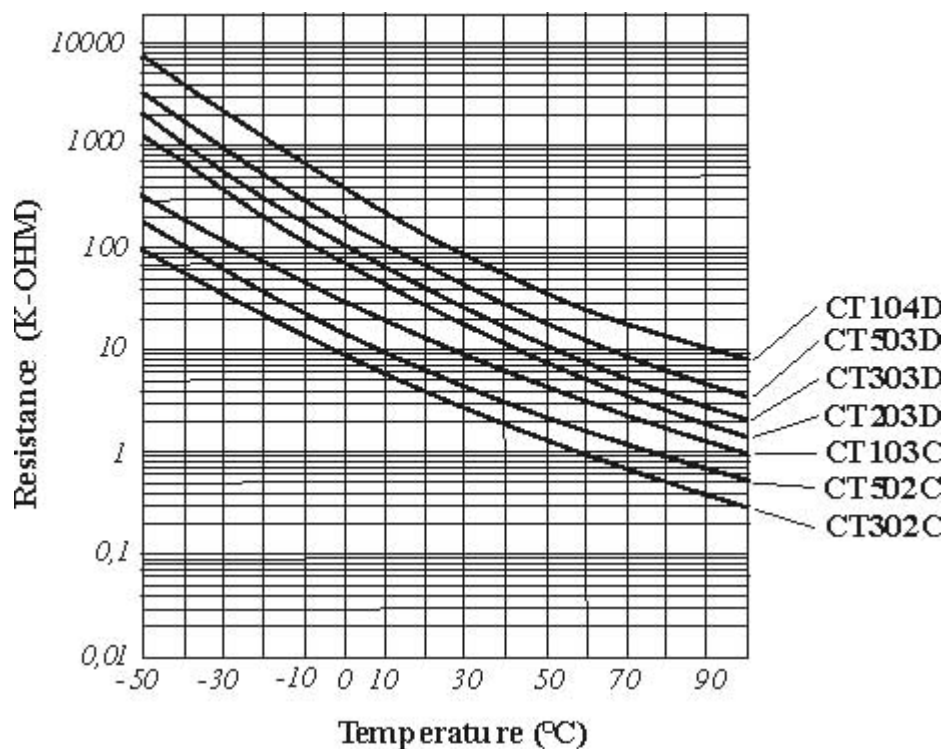
Тури	Номинал қаршиликнинг чегараси $R_{ном}$, кОм	$\pm \Delta R_{ном}$, %	Ҳароратга сезгирлик коэффициенти В, К	$TKR \cdot 10^2$, K^{-1}	Ишчи ҳарорат оралиғи, °С	Доимий вақт, сек
СТ1-17	20°С да 0,3-22	20	3600-6000	20 °С да 4,2-7	-60 дан 100°С гача	30
СТ3-17	20°С да 0,033-0,33	20	2580-3860	20°С да 3,0-4,5	-60 дан 100°С гача	30
СТ3-18	20°С да 0,68-3,3	20	2230-3520	20°С да 2,6-4,1	-90 дан 125°С гача	1

СТЗ-19	20°C да 2,2-15	20	2900-3850	20°C да 3,4-4,5	-90 дан 125°C гача	3
СТЗ-22	25°C да 1	30	2700-3700	20°C да 3,05-4,15	-60 дан 85°C гача	15
СТЗ-23	20°C да 0,0022-0,0047	20	2600-3200	20°C да 3,05-3,75	0 дан 85°C гача	-
СТЗ-25	20°C да 1,5-2,2	20	2600-3200	20°C да 3,05-3,75	-100 дан 125°C гача	0,4

1.6 – жадвал

СТ8000 сериядаги ҳароранинг яримўтказгичли датчикларининг параметрлари

Термистор тури	Ўлчам тип	Номинал қаршилиқ (кОм)	Ҳароратга сезгирлик коэффициенти (К)	Ҳароратга сезгирлик коэффициенти оғиши (%)	Доимий вақт, (сек)	Сочилиш коэффициенти, (mw/°C)	Ишчи ҳарорат оралиғи, (°C)
СТ8103С3	0805	10±3%	3435	3	7	1	-40...+100
СТ8473D5	0805	47±5%	3950	3	7	1	-40...+100
СТ8104D5	0805	100±5%	4040	3	7	1	-40...+100



1.8 – расм. СТ8000 сериядаги ҳароратнинг яримўтказгичли датчигининг тавсифлари
 Битта турдаги яримўтказгичли термодатчиклар параметрлар бўйича катта фарқланишларга эга бўлиши мумкин. Масалан паст омли термисторниг қаршилиги 25 °С да $\pm 20\%$ дан $\pm 5\%$ гача бўлган ораликда ўзгариши мумкин. Бу эса уларнинг ўзаро алмашувчанлигини ёмонлаштиради [23]. Технология ва ўлчашлардаги мос назоратлар орқали юқори аниқликни олиш мумкин.

1.4 Кремнийда киришма атомларнинг нанокластерини ҳосил қилишни диффузион технологияси

Электрон парамагнит резонанс (ЭПР) усули ёрдамида кремний панжарасида тўртта марганец атомларидан ташкил топган нанокластерларни аниқлашган. ЭПР спектрларига асосланиб, муаллифлар мазкур тўртта марганец атомлари яқин эквивалент тугунлар аро ҳолатда бўлишини такидлашган.

Кремнийда марганец, олтингугурт ва селен атомлари орасида жадал молекула ҳосил бўлишини адабиётларда аниқлашди. Унга кўра молекула ҳосил бўлиш жараёни диффузия вақтида эмас, балки киришмаларнинг диффузиясидан сўнг паст ҳароратли ишлов бериш вақтида бўлишини аниқлашган.

Юқорида келтирилган маълумотларга асосланиб, кремнийда диффузион усул ёрдамида киришма атомларнинг нанокластерларни олиш мумкин деган хулосага келишимиз мумкин бўлади.

Ҳаммага маълумки, яримўтказгичларда киришмаларнинг диффузияси вакансион, тугунлар аро ва диссоциатив механизм бўйича амалга ошади. Юқорида санаб ўтилган диффузия механизмлардан ҳеч бири ягона кўринишда юз бермайди. Бу ҳолат асосан киришма атомларнинг панжара нуқсонлари билан ўзаро таъсирлашуви, шунингдек киришма атомларнинг электрон конфигурацияси ва ўлчамлари яримўтказгичнинг асосий атомлари параметридан фарқ қилиши билан боғлангандир. Электроникада қўлланиладиган диффузион технология киришмаларнинг берилган механизм бўйича диффузиясини амалга оширилишини талаб қилмайди. Нанотехнология, шунингдек структураси, таркиби ва кристалл ҳажмида уларининг тақсимотини бошқарган ҳолда киришма атомларнинг нанокластерларини ҳосил қилиш технологияси ривожланиши киришма атомларнинг диффузияси тугунлар аро механизм бўйича амалга оширилиши кераклигини кўрсатади.

Фақатгина тугунлар аро диффузия киришма атомларнинг панжарадаги холатини ва уларнинг ўзаро ҳамда нуқсонлар билан таъсирлашувини бошқариш имкони беради. Бундан ташқари маълум бир термодинамик шароитларда турли структурали ва таркибга эга бўлган нанокластерларни ҳосил қилиш имкони беради.

Тугунлар аро диффузияни амалга оширишнинг йўлларида бири паст ҳароратли ва босқичли диффузияни амалга оширишдир. Паст ҳароратли диффузия деганда панжарадаги термик мувозанатдаги вакансияларнинг концентрацияси панжарага киритилган киришма атомларнинг концентрациясидан анча кам бўлган диффузия жараёни тушунилади.

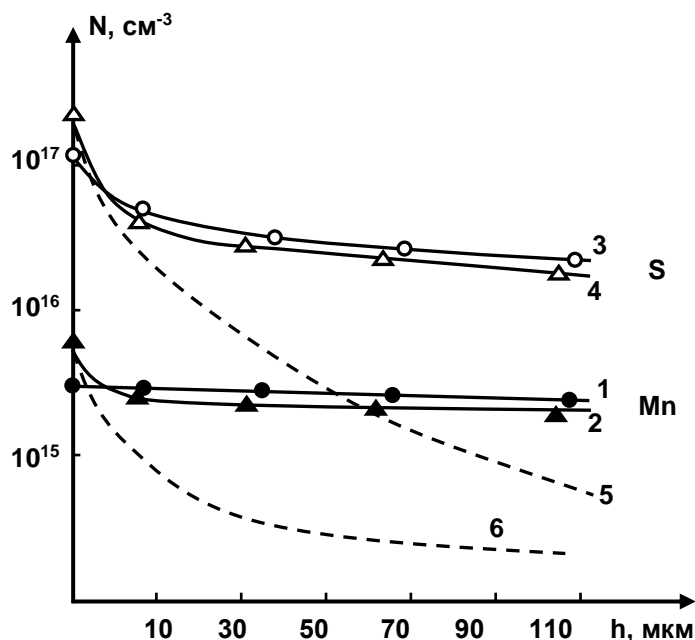
Паст ҳароратли ва босқичли диффузия ёрдамида айрим киришмаларнинг диффузияси қандай бўлиши ва бу усул ёрдамида кластерларни олиш мумкинми деган савол жавоб олиш керак эди.

Киришмалар сифатида Ge, Se, Ni ва Mn лар танлаб олинди. Бу киришмаларнинг танланишига асосий сабаб, улар нафақат турли хил диффузия механизмлар бўйича диффузияланади, балки улар кремнийда турли эрувчанликка эгадир. Бошланғич материал сифатида кислород миқдори ва дислокация зичликлар мос равишда $N_O \sim 7 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ ва $N < 10^2 \text{ см}^{-2}$ бўлган р-турдаги солиштира қаршилиги $\rho \sim 5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ ни ташкил қилган монокристалл кремний олинган. Барча ҳолатлар учун намуналарнинг ўлчамлари бир хил бўлган ва $V = 8 \times 3 \times 1 \text{ мм}^3$ ни ташкил қилган.

Киришмаларнинг диффузияси газли фазадан амалга оширилди. Паст ҳароратли диффузия жараёни қуйидагича амалга оширилди. Ичида кремний пластинкаси ва диффузантига эга бўлган ҳавоси сўриб олинган кварц ампула диффузион печкага $T = 300^\circ\text{К}$ да қўйилади. Сўнгра печка 5 гр/дақ тезлик билан минимал $T_{\min} = 600 \div 800^\circ\text{С}$ ҳароратгача қиздирилади ва шу ҳароратда маълум бир вақт ушланиб турилади. Шундан сўнг печка ҳароратнинг керакли максимал қийматига $T_{\max} = 1050 \div 1180^\circ\text{С}$ кўтарилган ва шу ҳароратда қисқа вақт ($t = 5 \div 60$ дақиқа) ушлаб турилган, сўнгра совутилган. Ҳароратнинг T_{\min} ва T_{\max} қийматлари, шунингдек мазкур ҳароратда ушлаш вақти

диффузантиларнинг табиатига боғлиқдир. Таққослаш мақсадида маскур киришмаларнинг кремнийга диффузиси одатий – юқори ҳароратли технология бўйича, яъни кварц ампулалар печкада максимал ҳарорат ўрнатилгандан сўнг қуйиш орқали амалга оширилди.

Mn ва Se киришма атомларнинг кристалл ҳажмидаги тақсимоти кремний сиртини кимёвий емириш йўли билан ҳар сафар 3÷5 мкм олиб ташлаган ҳолда тўрт зонд усули ёрдамида, тадқиқ этилди. Se нинг кремнийдаги тақсимоти Jeol super probe JXA-8800 R/RL қурилмасида рентген анализ усули билан аниқланди. Одатий ва паст ҳароратли диффузия йўли билан олинган кремний намуналарда марганец ва селенларнинг электр фаол



2.1 – расм. S (3, 4, 5) ва Mn (1, 2, 6) атомларининг кремнийдаги тақсимоти. (2, 3) янги технология бўйича, (1, 4) оддий технология бўйича, (5, 6) янги технология бўйича юқори ҳароратли диффузия маълумотлари асосида ҳисоблашлар.

атомларининг тақсимоти 1- расмда келтирилган. Расмдан кўришиб турибдики, диффузия чуғурлиги ва концентрацияларда сезиларли фарқ йўқ.

Янги технология бўйича диффузиядан сўнг Jeol super probe JXA-8800 R/RL қурилмасида олинган Ge атомларининг кремнийдаги тақсимоти 2 – расмда келтирилган. Бу расмда шунингдек юқори ҳароратли диффузия асосида олинган германийнинг кремнийдаги диффузион параметрлар асосида паст ҳароратли шароит учун ҳисобланган тақсимот ҳам келтирилган.

Расмдан кўриниб турубдики, ҳисобланган ва тажриба натижалари бир биридан фарқ қилиб турибди.

Электрон парамагнит резонанс ва атом кучлари микроскопидан олинган натижалар кремнийга киритилаётган марганец диффузия жараёнини ўзида кластерлар ҳосил бўлишини кўрсатди. Ўтказилган тадқиқотлар марганец кластерларини ҳосил бўлиши учун маълум бир шартлар бажарилиши кераклигини кўрсатди. Бу шартлар қуйидагилардир:

1. Марганец атомларининг нанокластери ҳосил бўлиши учун Mn тугунлар ораси бўйлаб диффузияланиши ва кремний панжарасида тугунлар аро ҳолатда бўлиши таъминланиши керак.

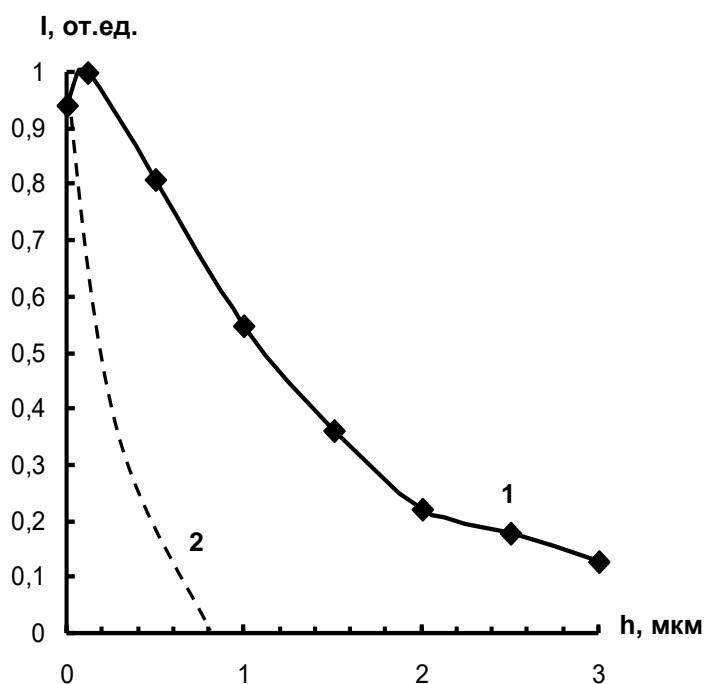
2. Тугунлараро жойда марганец атомлари Mn^+ ёки Mn^{++} кўринишида зарядланган ҳолатда бўлиши керак. Бу ҳолат марганецларнинг тугунлараро тез ҳаракатланиши ва манфий зарядланган нуқсон атрофида йиғилиши учун керак бўлади.

3. Бошланғич материал ковак ўтказувчанликка эга бўлиши керак ва бор билан марганец атомлари концентрациялари орасидаги нисбатан $N_B \geq 2N_{Mn}$ кўринишида бўлиши керак.

Янги ва стандарт технология бўйича легирланган намуналардаги никелнинг ҳолати хона ҳароратида ИҚ-микроскоп ёрдамида тадқиқ қилинди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, янги технология бўйича легирланган намуналарда микрозарраларнинг бир текис тақсимланиши кузатилади. Бу микрозарраларнинг ўлчами $d=0,2 \div 0,3$ мкм ни ташкил қилади. Стандарт технология бўйича легирлаган намуналарда бундай микрозарралар кузилмайди. Кўп мартаба ўтказилган тадқиқотлар, бундай микрозарраларнинг ҳосил бўлиши айнан янги технология бўйича легирланган намуналарда юз беришини кўрсатди. Тадқиқотлар лерилаш шароитни ўзгартирган ҳолда микрозарраларнинг концентрацияси ва тақсимотини ўзгартириш мумкинлиги кўрсатди. Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки бундай микрозарралар фақатгина легирлаш ҳарорати $T < 1150^\circ$ бўлганда ҳосил бўлишини кўрсатди. Ҳароратда $T > 1150^\circ$ бўлганда

микрорррларнинг ҳосил бўлиши кузатилмайди. Микрорррларнинг намуна ҳажми бўйича тақсимотини ўрганиш учун намуна сиртидан жилвирлаш йўли билан 15÷20 мкм қатлам олиб ташланди. Ҳар бир жилвирлашдан сўнг намуналар яна силлиқланди ва МИК-5 ёрдамида тадқиқ қилинди. Тадқиқот натижалари микрорррларнинг ўлчами, зичлиги ва кристалл ҳажмида тақсимоти сезиларли даражада ўзгармайди. Уларнинг фақатгина сиртда жойлашиш координатаси ўзгаради.

Диффузия ҳарорат $T=1180^{\circ}\text{C}$ бўлганда олинган кремнийнинг сирт олди соҳасида германийнинг тақсимоти келтириган расмдан кўриниб турибдики,



2.2 – расм. Германий атомларнинг тақсимоти. 1 – тажриба 2 – янги технология асосида

кремний сиртидан $d \sim 0,6$ мкм чуқурликкача германий атомларининг миқдори кремний атомларига қараганда кўпдир, яъни $x > 0,5$ бўлган $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ қаттиқ қоришма ҳосил бўлади.

Тадқиқот натижалари бўйича қуйидагилар аниқланди:

- янги диффузия усули бўйича кремний сиртининг емирилиши тўлалигича бартараф бўлади;
- қоришма атомлари концентрациясининг чуқурлик ва сирт бўйича тақсимоти бир текисда;

- микроскопик тадқиқотлар дислокация, деформация ва ёриқларни ҳосил бўлмаслигини кўрсатди;
- диффузия учун керак бўлган вақт 1,5-2 марта қисқаради;
- электрэнергиянинг ишлатиши 2-2,5 марта камаяди.

2.1 Кремнийда никел микрозарраларини ҳосил қилиш

Киришма атомларнинг кластерига эга бўлган яримўтказгичли материалларни ўзига хос электр физик хусусиятларига эга бўлган материалларнинг алоҳида синфи деб ҳисоблаш мумкин [1-3]. Кластерларнинг табиати, структураси ва концентрациясига боғлиқ равишда мазкур материаллар ҳали номаълум бўлган турли хил функционал имкониятларга эгадир.

Кластерларни ҳосил қилишнинг турли хил усуллари мавжуддир [1, 3]. Бироқ бу усуллар ёрдамида кластерларни ҳосил қилиш учун нафақат қиммат қурилмаларни талаб қилади, балки жараённинг ўзи ҳам мураккабдир. Ундан ташқари кластерлар фақатгина сиртда ҳосил бўлади. Кластерларни ҳажмда ҳосил қилиш усулларида бири [5] ишда келтирилган бўлиб, унда бундай кластерларнинг миқдори кам бўлиши кўрсатиб ўтилган.

Шу сабабли кластерларни диффузион усул ёрдамида ҳосил қилиш физик ва технологик асосларини яратиш муҳим ва долзарб ҳисобланади. Яримўтказгич кристалл панжарасида киришма атомларнинг кластерларини ҳосил бўлиш кинетикасини қуйидаги модел бўйича тасвирлаш мумкин. Диффузиядан кейинги ҳароратли қуйдириш жараёнида кристалл ўта номувозанат ҳолатда бўлади, яъни тўйинганлик мавжуд бўлади. Шу сабабли номувозанатли бўлган мувозанатли киришма атомларнинг бир қисми ўзининг мувозанатли ҳолатдан бўлажак кластерлар марказига кетиши керак. Бу жараён тизимнинг энг кичик эркин энергияга эга бўлиши учун керакдир, яъни мазкур ҳароратда квазимувозанар ҳолатни ўрнатилиши. Тизимнинг квазимувозанат ҳолатини тикланиш вақти қуйидаги омиллар билан аниқланади:

1. Диффузия ҳароратидаги киришма атомларнинг эрувчанлигини диффузиядан сўнг қуйдириш ҳароратидаги эрувчанликка нисбати

$K = \frac{N_0}{N_T}$ орқали аниқланувчи ўта тўйинганлик коэффиценти K . Катталик K

қанчалик катта бўлса, тизим шунчалик номувозанат ҳолатда бўлади. Шу

сабабли K ни кластерларни ўз ўзини ташкил қилишида асосий ҳаракатлантирувчи омил дейиш мумкин.

2. Киришма атомларнинг панжарадаги ҳолати – тугунда ёки тугунлар аро. Панжара тугунларида киришма атомларнинг кластерларини ҳосил бўлиши нафақат диффузия коэффициенти, балки бир вақтда етарли даражада катта концентрациядаги вакансияларни ҳосил бўлиши кераклиги билан чекланади. Киришма атомлар тугунлар аро жойда бўлганда жараён диффузия коэффициенти ва тугунлар орасида кластерларни маълум бир структурада ҳосил бўлиш имконияти катта бўлиши ҳисобига тезлашади.

3. Куйдириш ҳароратидаги киришма атомларнинг диффузия коэффициенти. Маълумки диффузия коэффициенти куйидаги ифода билан аниқланади:

$$D_T = D_0 \exp\left(-\frac{E}{kT}\right),$$

бу ерда E – диффузиянинг фаоллашув энергияси, k – Больцман доимийси, T – ҳарорат. Ифодадан кўриниб турубдики, ҳарорат қанчалик катта бўлса, диффузия коэффициенти шунчалик катта бўлади. Куйдириш ҳарорати ошиши билан K коэффицентнинг қиймати мос равишда камайишини ҳисобга олиш керак бўлади.

4. Кластерлар муртаги сифатида барча турдаги нуқсонлар, шу жумладан дислокация, вакансия, киришма атомлар ва бошқалар ҳизмат қилиши мумкин. Экспериментал ишларнинг таҳлили кластерларнинг зичлиги дислокация зичлигига боғлиқ бўлмаслигини ва уларнинг зичлигидан бир неча тартибга катта бўлишини кўрсатди. Шу сабабли дислокацияларнинг кластер муртаги сифатида қўшган хиссаси асосий бўлмайди. Ҳисоблаш, кремнийдаги мувозанатли вакансияларнинг концентрацияси ($N_v = N_s e^{-\frac{3}{kT}} = 5 \cdot 10^{22} e^{-\frac{3}{kT}}$) паст ҳароратлар оралиғида ($T=600 \div 900^\circ\text{K}$) панжарадаги киришма атомлар кластерларининг концентрациясида сезиларли даражада кичик бўлишини кўрсатди. Шу сабабли, куйдириш

хароратида мувозанат ҳолатида бўлган киришма атомлар кластерларнинг муртаги деб тасаввур қиламиз.

5. Кластердаги атомлар сони асосан тўйинганлик коэффицентининг K қиймати билан аниқланади. Кластерлардаги атомлар сони $N_s = \frac{N_0 - N_T}{N_T} = \frac{N_0}{N_T} - 1 = K - 1$ га тенг бўлади.

6. Кластерларнинг ҳосил бўлишнинг оптимал вақти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\bar{t} = \frac{r^2}{D_T},$$

бу ерда r – кластер муртагидан энг узокда жойлашган мувозанатли киришма атомларгача бўлган масофа. Диффузион легирлашда киришма атомлар орасидаги масофа қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$r = \frac{1}{\sqrt[3]{N_0}}$$

бу ерда N_0 – диффузия ҳароратидаги эрувчанлик.

Кластер муртаги билан номувозанатли ҳолатда бўлган энг узокда жойлашган киришма атомлар орасидаги ўртача масофани қуйдириш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгаришини қуйидаги ифода билан ёритиш мумкин:

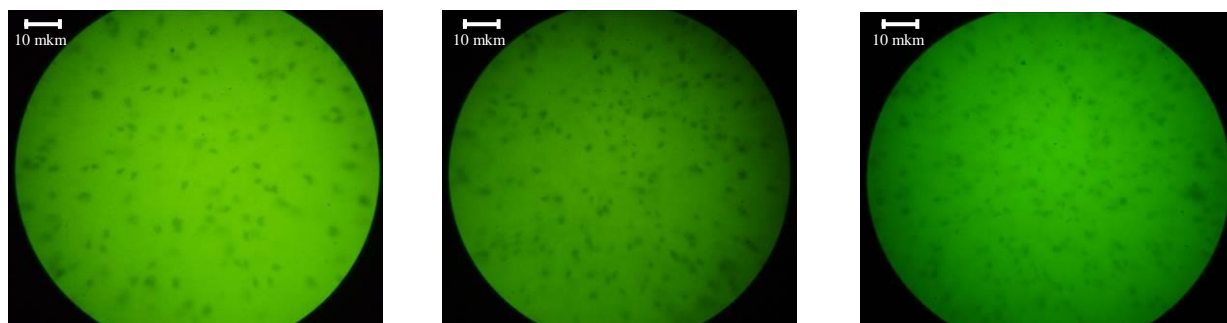
$$r = 1 / \sqrt[3]{N_0 \left(1 - e^{-\frac{T_a}{T_0}} \right)}.$$

7. Кластер ўлчами. Кластерларни ҳосил бўлишида тизимнинг энг энергетик қулай ҳолати киришма атомларнинг тугунлар аро жойда (ҳамда тугунда) маълум бир кристалл панжарага эга бўлган ҳолда ҳосил бўлишидир. Шу сабабли кластер ўлчамларини аниқлашда олдиндан кластер панжара ости кристалл структурасини ва атомлар сони билиш керак бўлади. Кластер ўлчами қуйидаги ифода билан аниқланади: $l = \left(\frac{N_0 - N_T}{N_T} : m \right) \cdot a$, бу ерда m – панжарадаги атомлар сони; a – панжара доимийси.

Юқорида баён қилинганлар асосида кластерларнинг асосий параметрлари ҳисоблаб топиш мумкин. 1 – жадвалда никел киришма атомлари учун модел асосида ҳисобланган қийматлар келтирилган.

1-жадвал

Ҳарорат, °C	1250	1150	1100	1050	1000	900	800	700	650	600	500
Эрувчанлик, см ⁻³	4·10 ¹⁷	2·10 ¹⁷	6·10 ¹⁶	2,6·10 ¹⁶	1,4·10 ¹⁶	1,4·10 ¹⁵	8·10 ¹⁴	2·10 ¹³	3,7·10 ¹²	7·10 ¹¹	1,3·10 ⁹
Диффузия коэффициенти, см ² / сек	5,7·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁵	2,8·10 ⁻⁵	2,5·10 ⁻⁵	2,2·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	8·10 ⁻⁶	6·10 ⁻⁶	4·10 ⁻⁶	2·10 ⁻⁶
Ўта тўйинганлик коэффициенти	0	2	7	15	29	290	500	2·10 ⁴	10 ⁵	6·10 ⁵	2,6·10 ⁸
Кластерни ҳосил бўлиши учун керак бўлган вақт, сек	-	5·10 ⁻⁴	7·10 ⁻²	1,6·10 ⁻²	7,8·10 ⁻¹	7,5	30	2,5·10 ³	4·10 ⁴	4·10 ⁵	5·10 ⁸
Кластерларнинг концентрацияси	-	2·10 ¹⁷	6·10 ¹⁶	2,6·10 ¹⁶	1,4·10 ¹⁶	1,4·10 ¹⁵	8·10 ¹⁴	2·10 ¹³	3,7·10 ¹²	7·10 ¹¹	1,3·10 ⁹
Ўлчам	-	Молекула Ni ₂	0,5 нм	~1нм	1,5÷2 нм	10 нм	15÷20 нм	>150 нм	~1мкм	~3÷5 мкм	> 10 мкм

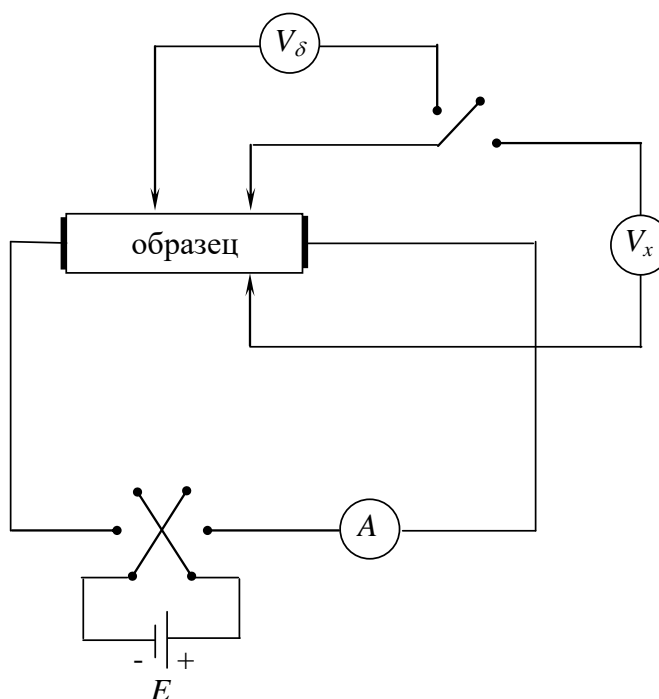


2.3 – расм. Турли ҳил зичликдаги никел кластерларига эга бўлган кремний

Юқорида келтирилган маълумотлар тажриба йўли билан текширишни талаб этар эди. Шу сабабли никел билан легирланган кремний турли паст ҳароратларда ишлов берилди. Ҳароратли ишлов беришнинг маълум бир оралиқларида, кремнийда никел микрокластерларининг нафақат ҳосил бўлиши, балки уларнинг тартибланиши кузатилди. Ҳосил бўлаётган микрокластерларнинг концентрацияси $N=10^{10}÷10^{11}$ см⁻³ ни ташкил қилади. Никел микрокластерларига эга бўлган кремнийнинг тасвири 3- расмда кўрсатилган.

2.2 Холл эффекти усули ёрдамида магнит нанокластерли кремнийнинг катталикларини ўлчаш

Диффузия жараёнидан кейин намуналарнинг (n , μ , ρ) электрофизик катталиклари ўлчанди. Ўлчашлар доимий Холл қурилмасида ўтказилди ва унинг электрик схемаси 2.2- расмда келтирилган.



Расм. 2.4 Коэффициент Холл ва электр ўтказувчанликни ўрганиш қурилмаси.

Омик контакт сифатида InGa эритмасидан фойдаланилди. Намуна махсус тутқичга ўрнатилди ва сўнгра магнит майдон кучланганлиги $H=1400$ Э бўлган доимий магнит қурилмасига туширилди. Намуна $E=5$ В/см бўлган доимий электр майдон кучланганлигига уланди.

$Si\langle B, Mn \rangle$ намунасининг солиштира қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$\rho = \frac{U_{\delta} dt}{I \cdot l_{\delta}}$$

Бу ерда l_{δ} – кучланиш тушаётган соҳа узунлиги;

a – Намунанинг эни;

t – намунанинг қалинлиги;

I – Намуна орқали оқиб ўтаётган ток;

U_{δ} – Омик кучланиш тушуви.

Доимий Холл куйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$R_H = \left(\frac{U_H t}{IH} \right) \cdot 10^8$$

Бу ерда U_H – Холл ЭЮК си;

H – магнит майдон кучланганлиги.

Заряд ташувчиларнинг ҳаракатчанлигини аниқлаш куйидагича ифодаланилади:

$$\mu = \frac{R_H}{\rho}$$

Заряд ташувчиларнинг концентрацияси куйидаги ифода ёрдамида аниқланилади:

$$n = \frac{1}{eR_H}.$$

2.3 Термодатчикларнинг тавсифи ҳамда параметрини тадқиқ этиш усули ва қурилмаси

Яримўтказгичли материалларнинг ҳарорат тавсифини билаш термисторларнинг аосий параметрлари – ҳароратга сезгирлик коэффициентини B ва қаршиликнинг ҳарорат коэффициентини $K_{ХҚ}$ аниқлашга имкон беради. Бундан ташқари уларнинг ҳарорат ўзгариши билан қандай ўзгариши мумкинлиги тўғрисида маълумот олиш мумкин бўлади. Ҳарорат тавсифи Ферми сатҳининг ҳолатини ҳарорат ўзгаришига боғлиқлигини аниқлайди. Термодатчикларнинг ҳарорат тавсифини олиш учун тажриба қурилмаси йиғилди. Тажриба қурилмаси термостат, ўлчанаётган намуна, таъминот манбаси, вольтметр, амперметр, термометрдан ташкил топгандир.

Қурилманинг ташқи кўриниши расмда келтирилган. Намунага ўзгармас кучланиш Б5-47 – 7 таъминот манбасидан берилди. Таъминот

кучланишининг қиймати термистор орқали ток оқиб ўтганда унинг кам қизиши кераклигидан келиб чиққан ҳолда танлаб олинди. Ўлчашлар хона ҳароратидан бошлаб 2-3 °С ҳароратга кўтарилиб борилди. Керакли ҳароратларда (ҳарорат электрон термометр билан қайд этиб борилган) терморезистор орқали ўтаётган ток ўлчаб борилган.



2.5 – Расм. Термисторларнинг ҳарорат тавсифини олиш учун мўлжалланган қурилма
Ўлчаш натижаси термистор орқали оқиб ўтаётган токни термистор ҳароратига боғлиқлиги бўлган.

Таъминот кучланишини ва термистор яримўтказгичли кристаллининг ўлчамларини билган ҳолда термодатчик материалининг солиштирма қаршилигини ҳароратга боғлиқлиги қуйидаги формула орли аниқлаш мумкин бўлади:

$$R = \frac{U}{I} \quad (3.2)$$

$$\rho = R \frac{S}{l} \quad (3.3)$$

бу ерда R – термистор қаршилиги, U – термистордаги кучланиш, I – термистор орқали ўтаётган ток, ρ - солиштирма қаршилик, S – термистор контактининг юзаси, l – термистор қалинлиги.

Солиштирма қаршилик тўрт зонд усули билан ўлчанган ва қуйидаги формула билан ҳисоблаб топилган:

$$\rho = 4,53w \frac{U}{I} \quad (3.4)$$

бу ерда U – таъминот манбасининг кучланиши, I – пластина орқали оқиб ўтаётган ток, w – пластина қалинлиги. Бу формула $w < 0,4s$ бўлган пластиналар учун ўринлидир, бу ерда s – зондлар орасидаги масофа. Агарда бу шарт бажарилмаса, 4,53 коэффициент ўрнига пластинанинг геометрик ўлчамларига боғлиқ бўлган тўғрилаш функцияси туради.

Термодатчикларнинг асосий ўлчанадиган параметри қаршиликнинг ҳарорат коэффициенти α ва ҳароратга сезгирлик коэффициенти B бўлиб, улар қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad (3.5)$$

$$B = \frac{\ln \rho_0 / \rho}{\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}} \quad (3.6)$$

бу ерда ρ_0 , ρ ҳамда T_0 , T сифатида ҳарорат тавсифидаги қўшни қийматлар олинди. Термо датчикнинг ташқи кўриниши расмда келтирилган.

2.4 Паст ҳароратли ишлов беришнинг термодатчик параметрларига таъсири

Юқорида айтиб ўтилганидек термодатчикларнинг асосий параметрлари тезкорлик ва ҳароратга сезгирлик коэффициентидир. Биринчи параметр термодатчик битта ҳароратдан иккинчи ҳароратга ўтганда ўрнатилиш учун кетадиган вақтни аниқласа, иккинчи ҳароратга сезгирликни аниқлайди. Ўз ўзидан кўриниб, турганидек биринчи параметрнинг қийматини камайтириш, иккинчисини ошишириш талаб этилади.

Диффузиядан чиққан намуналарнинг параметрлари жадвалда келтирилган. Кўриниб турганидек, ҳароратга сезгирлик коэффициенти 4600-7300 оралиғида ётади.

Si<P,Ni> материали асосида тайёрланган термодатчикнинг асосий параметрлари

№	ρ , Ом·см	В, К	Ўлчами, мм
1.	$3 \cdot 10^2$	4600	1x1x0,5
2.	$3 \cdot 10^3$	6250	1x1x0,5
3.	$2 \cdot 10^4$	7000	1x1x0,5
4.	10^5	7200	1x1x0,5
5.	$6 \cdot 10^5$	7300	1x1x0,5

Термодатчикларнинг тезкорлигини ўлчаш учун қурилма яратилган бўлиб, унинг кўриниши 2.6– расмда келтирилган.

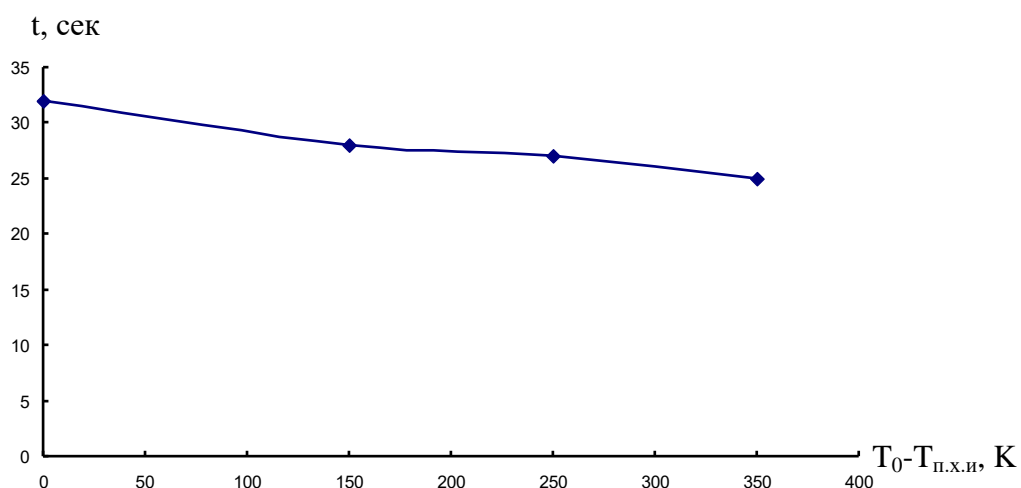


2.6 – расм. Тезкорликни ўлчашга мўлжалланган қурилманинг ташқи кўриниши

Термодатчикларнинг тезкорлиги ўлчаш моҳияти хона ҳароратида бўлган термодатчик 100°C ҳароратгача қиздирилган муҳитга киритилади ва термодатчикнинг қаршилиги қиймати шу ҳароратга мос келувчи қийматга ўрнатилиши учун кетган вақт қайд этилади.

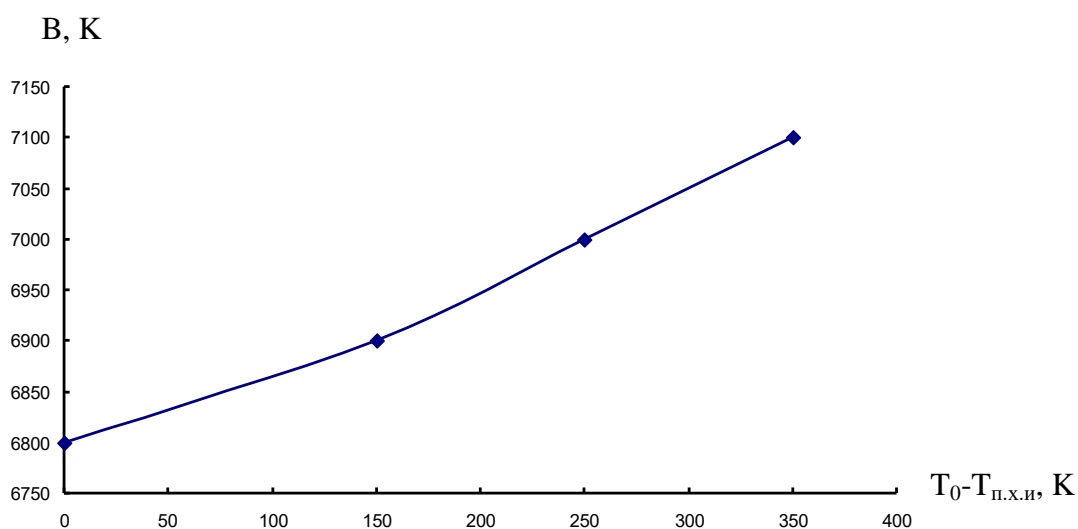
Диффузиядан чиққан намуналар паст ҳароратда қўшимча тарзда ишлов берилди. Паст ҳароратли ишлов бериш $600\text{--}1100^\circ \text{C}$ ҳарорат оралиғида амалга оширилди. Паст ҳароратли ишлов берилгандан сўнг намуналар параметрлари Холл усули ёрдамида ўлчанди.

Ўлчаш натижаларига кўра $900 - 1100^\circ \text{C}$ ҳарорат оралиғида ишлов берилган намуналар термодатчик тайёрлаш учун яроқли ҳисобланди. Бунга сабаб бундан паст ҳароратларда намуналарнинг солиштира қаршилигининг қиймати пасайиб кетади, яъни паст омли намунага айланиб қолади.



2.7 – расм. Термодатчик тезкорлигини паст ҳароратли ишлов бериш ҳароратига боғлиқлиги

Ўлчаш натижалари 2.7 ва 2.8 – расмларда келтирилгандир. Расмга кўра паст ҳароратли ишлов бериш натижасида термодатчикларнинг тезкорлиги яхшиланиб боради. Ҳароратга сезгирлик коэффициенти ҳам ошиб боради.



2.8 – расм. Ҳароратга сезгирлик коэффициентини паст ҳароратли ишлов бериш ҳароратига боғлиқлиги

ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ

Битирув ишининг бу қисмида ишлаш жараёнида *ҳаёт фаолиятининг хавфсизлигини таъминлаш чора-тадбирлари куриб чиқилади.*

Ҳаёт фаолияти деб инсонни ҳар кунги фаолияти, дам олиши, яшаш тарзига айтилади.

Инсонларни техносферадаги фаолиятининг хавфсизлигини асосларини ўрганишга киришишни аввало тирик мавжудотларнинг ўзаро ва атроф-муҳит билан бир-бирига муносабати тўғрисидаги умумий билимларда ҚФХни ўрнини билишдан бошлаш керак.

Олимларни атроф-муҳитни ўзгаришига инсонларни таъсири XIX ва XX асрларда хавотирга келтира бошлади. Биосфера ўзининг хокимлигини аста-секин йўқота бошлаб, инсонлар яшайдиган жойларда ишлаб чиқариш ривожланиши ва табиатга таъсири натижасида техносферага айлана бошлади. Тирик ва тирик бўлмаган материядаги ўзаро биологик муносабатлар, физик ва кимёвий жараёнларга ўз ўрнини бўшата бошлади, жамиятда табиатни ва инсонларни техносферанинг негатив факторларидан муҳофазалаш талаби юзага келди.

Жамиятда ва табиатда юзага келган кўпгина негатив факторларнинг аввалам бош сабаби инсонларни антропоген фаолияти бўлиб, ҳозирги пайтда ушбу муаммоларни ечиш учун инсоният техносферани мукамаллаштириб, одамларга ва табиатга салбий таъсирини йўл қўйилган даражагача пасайтириш ҳисобланади.

ҚФХнинг фан сифатидаги асосий мақсади- инсонларни техносферадаги негатив антропоген ва табиий таъсирлардан ҳимоялаш ҳамда ҳаёт фаолияти учун (қулай) комфорт шароитлар яратишдан иборат.

Яшаш циклида инсон ва атроф-муҳит доимо ҳаракатдаги «инсон-яшаш муҳити» тизимини ҳосил қилади.

Хавф деб – тирик ва тирик бўлмаган материянинг шу материянинг ўзига, яъни одамларга, табиатга, моддий бойликларга зиён келтирувчи салбий

хусусиятига айтилади. Хавф ҲФХнинг марказий тушунчаси ҳисобланади. Хавфларни табиий ва антропоген келиб чиқувчиларга ажратиш мумкин. Табиий хавфлар хароратни ўзгариши, табиий офатлар натижасида юзага келса, антропоген хавфлар инсон фаолияти натижасида ҳосил бўладиган чиқиндилар, механик, иссиқлик, электромагнит энергиясининг чиқиндиларини атмосферага, сув хавзаларига тушишидан ҳосил бўлади.

Меҳнат фаолиятини тавсифи ва уни ташкил этиш инсон организмнинг функционал фаолиятини ўзгаришига кучли таъсир кўрсатади. Меҳнат фаолиятининг турли шакллари ақлий ва жисмоний меҳнатга бўлинади.

Жисмоний меҳнат биринчи навбатда таянч-ҳаракатланувчи, асабий-мускул, юракка кучайтирилган оғирлик бериш билан тавсифланади.

Ақлий меҳнат кўпгина ахборот қабул қилиш-узатиш ишларни диққатни, эслаб қолиш тизимини, ықрлаш тизимини активлашишини талаб қилади, натижада узоқ ақлий юклама инсоннинг асаб тизимига, юрак-томир тизимига салбий таъсир кўрсатади. Ушбу меҳнат турига *гипокинезия* яъни инсонни ҳаракатланиш активлиги пасайиши натижасида эмоционал кучланишга қарши организмнинг реакциясининг ёмонлашуви кузатилади. узоқ ақлий меҳнат билан шуғулланиш асаб тизимига салбий таъсир кўрсатади: диққат билан ишлаши (бир ишдан иккинчисига ўтиши, фикрни бир ерга жамлаш), хотираси (қисқа муддатни ва узоқ даврни эслаш), ахборотни қабул қилишида кўплаб хатоларга йўл қўяди

Ҳозирги замонда тоза физикавий меҳнат айтарли роль ўйнамайди. Физиологик классификацияга кўра ишларни мускулларни сезиларли ҳаракати билан амалга ошадиган турига, меҳнатни механизациялашган шаклига, автоматлашган ва ярим автоматлашган ишлаб чиқаришга, конвеерда ишлайдиган шаклига, узоқдан туриб бошқарадиган ва интеллектуал меҳнат турларига бўлинади.

Атрофдаги предметларнинг ҳарорати ва организмга физик юклама маълум ишлаб чиқариш муҳитини тавсифлайдиган параметрлар бўлиб, қолган параметрлар ҳисобланмиш одамни ўраб турган ҳаво ҳарорати, ҳаракати ва

атмосфера босими *микроиқлим параметрлари* деб номланади.

Микроиқлим параметрлари инсонни саломатлигига ва ишлаш қобилиятига бевосита таъсир кўрсатади. Ҳаво ҳарорати 30 °С дан ошганда одамнинг ишлаш қобилияти пасая бошлайди. Кескин ҳавонинг ўзгариши натижасида инсон саломатлиги ёмонлашади, махсус мосламаларсиз инсон бир неча дақиқа 116 °С гача ҳаводан нафас ола олади. Шу билан бирга ҳаво ҳаракатининг тезлашиши ҳам конвектив иссиқлик ажралишини тезлаштириб, саломатлигига салбий таъсир ўтказиши.

Саноат корхоналарининг иссиқ цехларида кўпгина технологик жараёнлар юқори ҳароратда амалга оширилади. 500°С гача қизиган юза 740...0,76 мкм тўлқин узунлигида инфрақизил иссиқлик нурларни сочади. Ундан юқори ҳароратларда эса ультрабинафша нурлар ҳам юзага келади.

Инфрақизил нурлар организмга асосан иссиқлик таъсирини ўтказиши, натижада танада биокимёвий силжишлар пайдо бўлиб. Қон айланиши пасаяди, натижада юрак-томир ва асаб тизимларининг фаолияти бузулади

Атмосфера босими инсоннинг нафас олиш ва ўзини яхши хис қилишига катта таъсир кўрсатади. Босимнинг ўзгариши натижасида инсоннинг фаолиятини сустлаштириши ўпка ҳажмининг қисқаришига, нафас мускулатурасини олиш-чиқариш кучининг ошишига, бу ўз навбатида нафас олиш частотасининг ошишига сабаб бўлади.

Атроф-муҳит билан инсонларнинг ўзаро иссиқлик алмашинуви микроиқлим параметрларига боғлиқ бўлиб, ҳарорат табиий шароитда -88 дан +60 °С гача, ҳаво ҳаракати 0 дан 100 м/с гача, атмосфера босими 680 дан 810 мм с.у. ўзгаради.

Ёнғинлар саноат корхоналари, халқ хўжалигини ҳамма тармоқлари, қишлоқ хўжалиги ва турар жой массивларида юз бериши, етказадиган зарари жиҳатидан табиий офатларга тенглишиши мумкин бўлган ҳодиса ҳисобланади. Ёнғинлар катта моддий зарар келтириши билан бирга оғир

бахтсиз ҳодисалар заҳарланиш, қуйиш билан билан бирга кишилар ҳаётини олиб кетган ҳоллар кўплаб учрайди.

Шунинг учун ҳам ёнғинга қарши кураш барча аҳолининг умумий бурчи ҳисобланади ва бу ишлар давлат миқёсида амалга оширилади.

Умуман ёнғин чиқмаслигини таъминлаш, ёнғин чиққан тақдирда ҳам унинг ривожланиб, тарқалиб кетмаслиги чора-тадбирларини кўриш, биринчидан моддий бойликларни сақлаб қолишга қаратилган чора-тадбирлар бўлса, иккинчи томонидан эса, инсон саломатлиги ва унинг ҳаётини сақлаб қолиш чора-тадбирлари амалга оширилиши, бу масалалар ҳаёт фаолияти хавфсизлигининг таркибий қисми эканлигидан далолат беради.

Бизнинг вазифамиз ёнғин ҳақида асосий тушунчалар бериш билан бирга, унга қарши самарали кураш олиб бориш, ёнғинни ўчиришда қўлланиладиган бирламчи воситалар, ҳамда ёнғинга қарши қўлланиладиган ҳар хил замонавий хабар бергичларни қўллаш тартиби билан таништиришга қаратилган.

Ёниш жараёнини шартли равишда қуйидаги турларга бўлиш мумкин:

1) Чақнаш - ёнувчи аралашманинг бир лаҳзада ёниб, ўчиши. Бунда ёнишнинг давом этиши учун аралашма тайёрланишининг имконияти йўқ.

2) Ёниш-қиздириш натижасида ёнишнинг вужудга келиши.

3) Алангаланиш-ёнишнинг аланга олиб давом этиши.

4) Ўз-ўзидан ёниш-моддалар ичида асосан органик моддаларда рўй берадиган экзотермик реакциялар натижасида, ташқаридан қиздиришсиз ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан ёниб кетиши.

5) Ўз-ўзидан алангаланиш ўз-ўзидан ёнишнинг аланга билан давом этиши.

6) Портлаш-ўта тез ёниш химиявий жараёнининг босим ва энергия ҳосил қилиши билан ўтиши.

Ёнувчи модда маълум ҳароратда ўзидан ёнувчи парлар ажратиб чиқариши натижасида муҳим алангаланиш таъминланса, бу ҳарорати алангаланиш ҳарорати деб юритилади.

Газнинг хаво билан аралашиб ёниши хар кандай аралашма хосил бўлгандагина ёниш вужудга келади. Шунинг учун ҳам аралашмаларнинг алангаланиш чегаралари қуйи ва юкори чегаралар сифатида белгиланади. Бунда қуйи чегара газнинг минимал миқдор аланга хосил қилган ҳолати тушунилади ва мана шу чегара саноат корхонасининг ёнғинга ва портлашга хавфлилик категориясини белгиловчи омил ҳисобланади.

Хавонинг газ билан аралашмаси, ёниш учун етарли миқдорда йигилган бўлса, маълум ҳароратгача киздирилганда алангаланиб кетади, мана шу ҳарорат ёниш ҳарорати деб аталади. Бу ҳарорат ёнувчи аралашма ҳолати ва бошка омиллар таъсирида жуда катта диапазонни ташкил қилиши мумкин.

Ёнувчи аралашма ёнаётган вақтида алангани таркалиш тезлиги аниқланади. Бунда ёнаётган зонага ўтиш тезлиги маълум юзадаги ёнувчи аралашма маълум вақт бирлигида ёниб, туташ зонага ўтиши белгиланади.

Кўпгина газларнинг аралашмаларининг ёниш тезлиги уларнинг аралашмаларининг миқдorigа ва газнинг хусусиятига боғлиқ бўлади. Газларнинг ёниш тезлиги асосан 0,3-0,8 м/с ни ташкил қилади.

Алангаланиш ҳарорати деб суюқликнинг минимал ҳароратдаги чакнаш ходисаси суюқликдан етарли даражада парлар ажралиб чиқишини таъминлаши натижасида алангаланиш давом этадиган ҳолатига айтилади. Ёнгил алангаланувчи суюқликлар учун бу ҳарорат чакнаш ҳароратидан 1-5 °С юкорирок бўлади, ёнувчи суюқликлар учун эса 30-35 °С га бориши мумкин.

Газлар ва суюқлик парларининг хаво билан аралашмаси портлаш хусусиятига эга. Портлаш маълум шароит бўлганда амалга ошади. Яъни портлаш бўлиши учун аралашмадаги ёнувчи газ ёки парнинг миқдори, аниқ процент миқдорни ташкил қилиши керак. Бунинг график билан ифодалаш мумкин, агар портловчи модда миқдори А га етса портлаш бошланади ва портлаш В гача давом этади. Ёнг кучли портлаш модда миқдори С бўлганда бўлади. Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки портлаш бўлиши учун берк хона ёки идиш бўлиши керак.

Ҳар бир саноат корхонаси ишлаб чиқариш технологияси, ишлатиладиган хом ашёсиз чиқарадиган маҳсулоти ва жойлашган биносининг конструкцияси ҳисобга олинган ҳолда ёнғин чиқишга, портлашга ва ёнғин чиққан тақдирда унинг тарқалишига, шунингдек ёнғиннинг асоратига асосланган ҳолда ёнғинга ва портлашга хавфлилик даражаси белгиланади.

Албатта ҳар бир саноат корхонасида ёнғин хавфи биринчи навбатда у ерда ишлатилаётган хом ашёнинг ва чиқарилаётган маҳсулотнинг ёнғинга хавфлилиги даражаси билан ўлчанади.

Масалан ишлаб чиқариш корхонаси газсимон ёнувчи моддалар ишлатса, оладиган маҳсулоти енгил алангаланувчи суюқликлар ҳолатида бўлса, унда албатта ёнмайдиган хом ашё ишлатилиб, ёнмайдиган маҳсулот олаётган корхонага нисбатан ёнғин чиқиш эҳтимоли албатта кўп, шунинг билан бирга бу корхонада ёнғинни тарқалиб кетиши осонлашади ва бу корхонада ёнғиндан кўриладиган зарари албатта катта бўлади.

Шунинг учун ҳам саноат корхоналарини категорияларга ажратганда ишлатилаётган моддаларнинг физика-химиявий хусусиятлари албатта ҳисобга олинади.

Саноат корхоналарининг ёнғинга ва портлашга хавфлилик категориясини аниқлаш билан, бу корхонада хавфсиз иш шароитини таъминлаш учун ҳамма чора-тадбирлар белгиланади деб бўлмайди. Чунки технологик жараёнлар ҳам ўзига яраша баъзи бир хавфли вазиятлар яратиши мумкин, буни олдини олиш учун, технологик жараёнларни таҳлил қилишига тўғри келади. Бунга ёнғин ва портлашга олиб келиши мумкин бўлган вазиятлар таҳлил қилинади ва ёнғин ва портлаш эҳтимоли бўлган ҳолатлар текшириб кўрилади. Бунинг учун саноат корхонасида технологик жараёнларда қўлланилаётган ёнғинга ва портлашга хавфли моддалар, уларнинг миқдори, хоссалари, бу моддалар билан ишлаётган жихозларнинг иш режими ва бу моддаларнинг жихозларидан чиқиб кетиши мумкинлиги, шунингдек бу моддалар корхона ҳонасида мавжуд бўлган тақдирда уларни ёндириши мумкин бўлган киздириш воситаси ва сабаблари аниқланади.

Технологик жараёнларни ёнғинга ва портлашга хавфлилиги тахлил килинганда технологик схемалардан, чегаралардан маълумотномада келтирилган материаллардан саноат корхонасида ишлатилаётган материал ва моддаларнинг ёнғинга, портлашга ва аварияларга сабабли бўладиган сабаблари ўрганилади.

Технологик схема ва чегаралар бўйича қайси аппарат ва қайси идишда қандай ёнувчи газ ёки суюқлик борлиги аниқлаб олинади. Хар қандай ҳолда ҳам бу идиш ва аппаратлардаги ҳосил бўладиган пар ва газларнинг концентрацияси алангаланишнинг қуйи чегарасидан паст ва ёки юкори чегарасидан юкори бўлиши керак. Бунда шуни унутмаслик керакки, тўкилган суюқликлар юзасида ҳосил бўлган тўйинмаган парлар алангаланишнинг юкори бўлган ҳолда ҳам портлаш хусусиятини сақлайди.

Ёнғин бўлган тақдирда аланга бир бинодан иккинчи бинога ўтиб кетмаслигини таъминлаш мақсадида ёнғинга қарши ораликлар ташкил қилинади. Бундай ораликлар белгиланганда асосан ёнма-ёнжойлашини мумкин бўлган биноларнинг ёнғинга хавфлилиқ даражаси, категорияси, конструкцияларининг ўтга чидамлилиги, алангаланиш майдони, ёнғинга қарши тўсикларнинг мавжудлиги, бинонинг тузилиши, об-хаво шароитлари ва бошқалар ҳисобга олинади.

Ёнғинга қарши ораликлар ташкил қилишда биноларнинг ўтга чидамлилиги даражаси ҳисобга олинади.

Саноат корхоналари асосий бинолари, ёрдамчи хоналари, омбор қурилишлари орасидаги нормалаштирилган ораликлар биноларнинг ўтга чидамлилиқ даражаси нисбатан қуйидаги 18-жалвалда келтирилган.

Баъзи бир ёнғин хавфи деярли йўқ бўлган бинолар учун ёнғинга қарши ораликлар белгиланмайди. Масалан, металл буюмлар ва минерал конструкцияларнинг омборлари ёнма-ён жойлашиши мумкин.

ЭВАКУАЦИЯ ЙЎЛЛАРИ

Хар бир саноат корхонаси учун мўлжалланган бино лойихаланаётган вақтда албатта ёнғин бўлган тақдирда кишиларни у ердан ўз вақтида чиқариб юбориш имкониятини яратадиган эвакуация йўллари билан таъминланади. Эвакуация йўллари хар қандай саноат корхонаси учун албатта энг камида 2 та бўлиши керак. Ёнғин бўлган тақдирда ишчилар саноат корхонаси хонасидан энг қисқа йўл орқали маълум белгиланган вақт ичида чиқиб кетишлари зарур.

СМ ва Қ-2-80 га асосан саноат корхоналаридан ташқарига чиқиб кетиш йўллари, коридорлари ва каватларидан тушиш йўллари ҳисоблаб чиқилади.

Эвакуация йўлларининг эни 1м дан эшикларнинг эни 0,8 бўйи 2м дан кам бўлмаслиги керак. Эвакуация йўллари бўлган коридорлар, зинапоялар одмлар сонига қараб ҳисобланади.

Саноат корхоналарини лойихадашда одмларни эвакуация қилишга мўлжалланган зинапоялар ва уларни жойлаштириш мўлжалланган катаклар учун маълум тартибда талаблар қўйилади.

Масалан, зинапоя ўрнатилган катакларда тутун тўпланмайдиган бўлиши, яъни тутунни чиқариб юбориш учун ташқи томони очик ёки хавони чиқариб юборишни таъминловчи техник воситаларга эга бўлиши керак. Ёки зина катаклари ичкари томонда ёнғин бўлиши мумкин бўлган бинодан ажратилган бўлиб, ташқи томонда ёритиладиган бўлиши мумкин бўлган бинодан ажратилган бўлиб, ташқи томондан ёритиладиган бўлиши мумкин. Бутунлай катак билан тўсилмаган зинапоялардан ҳам фойдаланиш имконияти бор, бу зинапоялар ташқи очик томонда бўлса, эвакуация имконияти янада ортади. Хар хил баландликдан бинолар учун ёнғинга қарши нарвонлар ўрнатилиши керак.

Эвакуация йўлларининг ҳисоби, шу жойдаги умумий ишчиларнинг чиқиб кетиши учун керак бўладиган вақтни белгилаш билан амалга оширилади.

Бу СМ ва Қ П-2-80 асосида, биноларнинг кандай иш бажаришга ва бино конструкцияларининг ўтга чидамлилигини ҳисобга олган ҳолда, вақт чегаралари аниқланади.

ЁНҒИН БЎЛГАН ТАҚДИРДА ХОНАЛАРДАГИ ТУТУННИ ЧИКАРИБ ЮБОРИШ ВОСИТАЛАРИ

Маълумки ёнғин бўлган вақтда ундан ҳосил бўладиган тутун ниҳоятда катта ҳажми ташкил қилади. Шунини айтиб керакки ёнғиннинг инсон учун энг зарарли омили ҳам мана шу тутун таъсиридан бўғилиши ва захарланиш айниқса кўпроқ урайди. Тутуннинг тарқалиши ва бўғувчи таъсири натижасида бинодаги одамларни эвакуация қилиш қийинлашади ва алангаланаётган ерга етиб боришнинг қийинлашиши ўрни ўчиришда қийинчиқлар тугдиради. Тутун айниқса кў каватли биноларда айниқса кўплаб қийинчиқлар тугдиради.

Бу тутун ва газларни эшик ва деразалар орқали, шунингдек аэрация фонарлари орқали, махсус конструкциядаги тутун чиқариб юбориш орқали, махсус конструкциядаги тутун чиқариб юбориш ораликлари таъминланади, енгил қулайдиган деворлар(махсус ишланган)орқали ҳам чиқариб юборилиши мумкин. Тутун чиқариб юбориш (10-расм)ораликлари ҳосил бўлган тутунни ёнидаги хоналарга ўтказмасликни таъминлаши, шунингдек ёнғинни тартибга келтириши, яъни ёнғинни керакли йўналишга йўналтириш имкониятини бериши керак. Тутун чиқариб юбориш тешиқлари подвал хоналарда, фонарсиз саноат биноларида ва складларда қўлланилиши мумкин. Бу тешиқларнинг кесим майдонлари ҳисоблаш йўли билан топилади.

Енгил қулайдиган деворлар конструкциялари олдиндан ҳисоблар ўрнатилган бўлади ва ёнғин натижасида ҳосил бўлган газлар босими хавфли вазият вужудга келтирса, бу конструкциялар кулаб, бинонинг асосий конструкцияларига зарар етказмасликни таъминлайди. Енгил қўловчи конструкциялар асосан бинонинг ташқарига чиқиб турган деворларига ёки тўсикларига ўрнатилган бўлади.

Булар босим маълум миқдордан ошиб кетганда бу газларни чиқариб юбориш имкониятини беради. Бундан ташқари босим ошиб кетганда очилиб кетиши мумкин бўлган панел клапанлардан ҳам фойдаланилади. Булар девор ва томга ўрнатилган бўлиши керак. Енгил куловчи элементларнинг кесим юзалари ҳисоблаш билан аниқланади ва СМ 502-77 асосида нормага келтирилади.

ЎТ ЎЧИРИШ ВОСИТАЛАРИ

Хар қандай ёнгинни ўчирганда ёнгинни кучайишига олиб келаётган омилларни ва шароитини аниқлаш муҳим ўринни эгаллайди. Бунда ёнишнинг давом этишини тўхтатувчи шаронт яратиш катта аҳамиятга эга. Ёнгинни ўчирганда каттик жисмлар ёнганда ёнгиннинг тезлиги 4м/мин, суюкликлар юзаси бўйи эса 30м/мин эканлигини ҳисобга олиш керак.

Ёнишдан ҳосил бўлган маҳсулотлар асосан каттик чангсимон моддалар, парлар ва газлардан иборат бўлади.

Ундан ҳосил бўладиган ҳарорат эса, модданинг ёнганда иссиқлик ажратиши ва ёниш тезлиги ва аланганинг тарқалиши, шунингдек бинонинг ҳажми ва ҳаво алмашиш шароитларига боғлиқ бўлади.

Юқори ҳарорат таъсирида кизиган тутун, ёниш маҳсулотларини тезликда тарқалишга ёрдам беради, шунингдек хона тутунга тўлади ва бу ўз навбатида ёнгинни ўчиришга ҳалакит беради.

Ёнгин вақтида кўп миқдори инерт газлар, ёнувчи газлар ва шунингдек тутун ажралиб чиқади. Ёнувчи газларнинг асосий қисми захарли бўлиб, уларнинг зарарли таъсири ёнаётган материалларнинг тури ва ёнишининг интенсивлигига боғлиқ.

Зарарли таъсирчан ва захарли газлар ёнгинга қарши муҳофаза катламлари ёнганда (бром бирикмалари ва хлор), ёғоч материаллар (СО) полимер қурилиш материаллари ва бошқа жуда кўп ҳолларда ажралиб чиқади. Тўла ёниб бўлмаган ёниш маҳсулотлари кизигандан кейин ва соф оқими таъсирида қайтадан аланга олиб кетиши мумкин.

Ёнгин (ўт)ўчириш воситалари ва усуллари. Ўт ўчириш усулари кўйидагича бўлиши мумкин:

1. Ёнаётган зонани кўп микдорда иссиқлик ютувчи материаллар ёрдамида совитиш.
2. Ёнаётган материалларни атмосфера хавосидан ажратиб кўйиш.
3. Ёнаётган зонага кираётган хаво таркибидаги кислород микдорини камайтириш.
4. Махсус химиявий воситаларни кўллаш.

Ўт ўчириш воситалари сифатида, сув. сув парлари, химиявий ва механик кўпиклар, инерт ва ёнмайдиган газлар, каттик, парашоксимон материаллар ва махсус химиявий моддалар ва аралашмалардан фойдаланилади.

Сув билан ўчириш. Сув энг кўп тарқалган арзон ва шунинг билан бирга ҳамма бўлган ўт ўчириш воситаси бўлиб, унинг билан ҳар қандай катта масштабдаги ва кичик микдордаги ёнгинларни ўчириш мумкин.

Сувнинг ўт ўчиришдаги асосий хусусияти унинг кўп микдорда иссиқлик ютишига асосланган бўлиб, у тушган ёнаётган ўчокнинг хароратини кескин камайтириб, ёнмайдиган ҳолатга олиб келади. 1 литр сувни 1 °С гача иситиш учун 4, 2 кДж иссиқлик сарфланади. Демак 1 литр сувни хаво харорати 20 °С қайнаш хароратигача чиқариш учун 335 кДж иссиқлик сарфланади. Унинг парга айланиши учун эса 2260 кДж иссиқлик сарфланади. Бундан ташқари 1 литр сув 17000л парга айланишини ҳисобга олсак, унда ёнаётган зонадан кислоролни сиқиб чиқариши ҳисобига яна аланганинг ўчиришини

кўшимча таъминлайди.

Сув билан реакцияга киришиши мумкин бўлган моддаларни, масалан ишқорий ер металллар: калий, натрийларни сув билан ўчириб бўлмайди. Чунки бу металллар ҳаттоки 0 °С дан паст хароратда ҳам сув билан реакцияга киришиб сув таркибидан водородни сиқиб чиқаради, унинг хаво билан аралашмаси портлашга хавфли аралашма ҳосил келади. Шунингдек сув

билан, кучланиш остида бўлган электр установкаларини ҳам ўчириб бўлмайди. Бунда ўчирувчи хаёти учун хавфли вазият вужудга келади. Чунки сув электр токини яхши ўтказади.

Бундан ташкари ёнаётган кальций карбидни ҳам сув билан ўчириш бўлмайди, бунинг натижасида ацетилен ажралиб чиқиши портлаш хавфини вужудга келтиради. Сув билан ўчиришда сувни кучли оким сифатида, пуркаш йўли билан ва майда заррачалар сифатида ва шунингдек кўпиклантирилган ҳолатларда қўлланилиши мумкин. Кучли сув окими сифатида ёнаётган зонага йўналтирилган сув, биринчидан алангага зарба беради, иккинчидан ёнаётган юзани совутади. Бу йўл билан алангаланаётган ёнгинларни узокдан туриб ўчириш имкониятини тугдиради.

Бундай ёнгинларда якин келиш имконияти, олов тапти кучли бўлганлигидан деярли бўлмайди. Кучли сув окими бундай ёнгина йўналтирилганда асосан совутиш ҳисобига аланга сусаяди ва аланга тармоклари сув кучи билан узиб юборилади. Аммо кучли сув окими билан ҳар қандай ёнгинни ҳам ўчириш имконияти бўлавермайди. Масалан бундай усулда енгил алангаланувчи суюкликларни ўчиришда фойдқкланиш аксинча зарарли ҳулосага олиб келади. Чунки енгил алангаланувчи суюкликлар кучли сув окими таъсирида катта майдоналарга таркаба кетиши ва сувдан енгил бўлганлиги сабабли сув юзасида ўз ёнишини давом эттириши ёнгиннинг катта майдоналарга таркаб кетишига сабабчи бўлади.

Агар сувни пуркаш йўли билан ишлатилса, бунда сув зарраларининг катталиги 0, 1мм дан кичкина бўлса, унда сув зарраларининг ёнувчи жисмлар билан туташуш юзалари катта бўлганлари сабабли ёнаётган зонадан иссиқликни ютиш катталашади, шунингдек сув зарраларикичик ҳажмига эга бўлганлиги сабабли унинг бугланиши кучаяди, бу ўз навбатида ўчиришнинг хавони сиқиб чиқариш омилини вужудга келтиради ва ўчириш ўз-ўзидан маълумки, тезлашади.

Сув пуркаш усулида биноларнинг ичидаги ёнгинларни ўчириш ҳам яхши натижа беради. Бу усул билан хонадаги хароратни пасайтириш ва

тутунга карши курашиш мумкин. Бу усулни кўллашда сувни бионинг юкори кисмига пуркаш керак. Пуркашни шундай амалга ошириш керакки, пуркалган сув иложга борича кўпрок ёниш махсулотлари билан тўкнашсин. Пуркалган сув заррачалари пастга караб йўналади, кўтарилаётган иссиклик билан тўкнашиб бугга айланади ва бу буг йўналишини ўзгартириб юкорига караб йўналади, бунинг натижасида хосил бўлган буг хонанинг юкори томонини эгаллайди ва ёнаётган зонани босади. Йирикрок заррачалар эса кизиб, пастга караб йўналиш даврида ёнишдан хосил бўлган махсулотлар билан бирикиб пастрокка ёниш ўчогига йўналади ва бу ерда парланиб яна хавонинг ўрнини эгаллайди. Бу билан ажралаётган тутуни босим хонани совутади, кислородли хавонинг кириш йўлини босим ортиши хисобига камайтиради. Бу эса ёнгинни ўчириш имкониятини яратади. Сув пуркаш йўли билан 120 °C хароратдан юкори хароратларда чакнаши мумкин бўлган ёнувчи суюкликларни ўчиришда ҳам фойдаланиш мумкин.

Буг ёрдамида ўчириш. Баъзи бир саноат корхоналарида жуда кўп микдорда буг хосил бўлиши мумкин. Бундай корхоналарда ёнгин чиккан тақдирда бугдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ хисобланади.

Буг билан ўчиришнинг асосий мохияти, бугнинг хоналарга юборилиши натижасида у , бу хонадаги кислородга бой авони сиқиб чиқариб, унинг ўрнини эгаллашга асосланган. Бугнинг ўт ўчириш самарадорлиги унинг маълум бир хонага юборилган микдорига боғлиқ бўлади. Бунда буг ёнаётган хонадаги асосий бўшликларнинг хаммасини тўлдириб, кислородли хавони бутунлай сиқиб чиқариши керак. Бунда хосил бўладиган ортикча намлик ўт ўчиришнинг асосий воситаси бўла олмайди.

Юкори босимга мўлжалланган водопровод системасида эса хисобланган микдордаги сувни стволлар ёрдамида бионинг энг юкори нуктасидан камида 10м узокликка отиб бериши керак. Бундай вазифаларни бажариш учун водопровод бакларини етарли даражадаги баландликка ўрнатиш билан ёки айрим холларда насослар ёрдамида амалга оширилади.

Саноат корхоналарида ўт ўчириш учун керак бўладиган сувнинг микдор саноат корхонасининг ёнги категорияси ва бу бионинг ўтга чидамлилики даражасига ва унинг умумий хажмига қараб белгиланади.

Машинасозлик саноат корхоналарида ёнги ўчириш учун сувнинг микдори 10 л/с дан 40 л/с белгиланади.

Агар водопровод системасидан ёнгини ўчириш учун сув олиши техник томонидан мумкин бўлмаса (масалан ичимлик сувни ингичка водопровод қувурлари орқали келтириладиган бўлса) унда саноат корхоналарини территориясида сув сакловчи қурилмалар ташкил қилинади. Бундан сув сакловчи қурилмаларнинг хажми ёнги вақтида ундан олинладиган сувнинг максимал микдори 3 соатга етадиган бўлиши керак.

Ёнгига қарши қурилган водопровод системалари айланма водопровод системасига сув иккита трубопровод билан умумий системага уланади. Ёнгига қарши гидрантлар саноат корхонаси майдонида бир-биридан 100 м дан ортиқ бўлмаган масофада жойлаштирилди ва улар бино деворига ва қўчлар кесишган жойларга 5 м дан яқин бўлмаслиги керак.

Қўпик билан ўчиришнинг асосий хусусияти, у ёнгил алангаланувчи суюқлик юзасини ёки каттик жисм юзасини юпка қўпик қавати билан қоплаши натижасида, ёнаётган модда билан ҳаводаги кислород ўртасида тўсик ҳосил қилади. Бу тўсикнинг мустақамлиги қўпикнинг турганлик ҳосиласига боғлиқ бўлади. Чунки қўпик ёнгил алангаланувчи суюқликдан анча ёнгил бўлганлиги сабабли унинг юзасида муҳофаза қобиғи ташкил қилади ва бу қобик суюқлик парлари ҳосил бўлишига тўсиклик қилади ва шунингдек кислород қирмаслигини таъминлайди. Агар қўпикнинг турганлиги кам бўлса, унда суюқлик юзасида узилиш ҳосил бўлиши мумкин, яъни таранг тортилиб турган парда очилиб кетиши мумкин, бу эса албатта алангаланишнинг қайтадан бошланишига шароит яратади. Бундан ташқари қўпикнинг иссиқлик ўтқазиб хусусияти жуда паст бўлганлигидан, ёнаётган юзадан иссиқликни суюқлик юзасига таъсир этишига тўсиклик қилади.

Химиявий кўпиклар асосан кўлда ишлатиладиган ўт ўчиргичларда кенг қўлланилади. Уларнинг муқим ўрнатиладиган турлари ҳам бор.

Механик кўпиклар эса 4-6 кўпик ҳосил қилувчи порошоклар ёки растворларни сув ва ҳаво билан аралаштирилиши ҳисобига кўпик генераторлари, кўпик ҳосил қилиш стволларида кўпикка айлантириб ишлатилади.

Ўчириш учун ишлатиладиган кўпикларнинг характерли белгалари, уларнинг турғунлиги ва кўпик ҳосил қилиш даражаси ҳисобланади. Кўпик ҳосил қилиш даражаси бу ҳосил бўлган кўпикнинг уни ҳосил қилиш учун сарфланадиган моддаларга нисбатан ҳисобланади. Кўпик ҳосил қилиш даражаси химиявий кўпиклар учун 5, механик кўпиклар учун 8-12 бўлиши мумкин. Юқори кўпирувчи механик кўпикларда бу микдори 100 ва ундау катта бўлиши мумкин. Кўпикнинг турғунлиги эса унинг катта ҳароратда сўнмасдан маълум вақтгача чидаш бериши ҳисобланади. Химиявий кўпиклар суюқлик юзасида 1 соатгача ПО-1 ёрдамида олинган механик кўпиклар 30 мин, ПО-6 ёрдамида ҳосил қилинган кўпиклар эса 40-45 минут турғунликка эга бўлиши мумкин.

Саноат корхоналаридаги ўт ўчириш системаларининг асосий қисмини сув ва кўпиксимон моддалар ташқил қилади. Шунинг ҳам таъқидлаш керакки, сув ва кўпик билан ҳамма ерда ва ҳар қандай ёнгинларни ўчириш мумкин эмас. Чунки баъзи бир ҳолатларда химиявий реакциялар саноат чиқиндилари таъсирида етарли даражада унумдор кўпик ажратмасдан, улардан бошқа моддалар ажралиб чиқиши ёнгинни қучайтиришга олиб қелиши мумкин.

Кўпикни хилма-хил қурилмаларда ҳосил қилиш мумкин: булар доимий ўрнатилган, қўчириб юбориш мумкин бўлган ёки ҳаракатланувчи қурилмалар ва кўлда ишлатиладиган ўт ўчиргичлардир.

Кўлда ишлатиладиган кўпикли ўч ўчиргичлар жуда кенг таралган ўч ўчириш системалари ҳисобланади. Уларнинг кенг тарқалганлигига асосий сабаб, ўт ўчирувчи моддани хоҳлаган вақтда ишлатиш мумкин. Уни ишлатиш жуда осон ва уни бир одам бир неча секунд давомида ишга

тайёрлаши ва ишлатиши мумкин. Бундан ташқари ундан ажралиб чиқадиган кўпиксимон модда оқим сифатида анчагина босим ёрдамида (6-8ати)бир неча метр масофадаги ёнаётган зонага 6-8м) йўналтирилиши мумкин. Бу эса уни самарали ишлатиш имкониятини беради.

IQTISODIY QISM

I. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

II. Investisiya xajmini aniqlash.

- Bino, inshootlar, dastgohlarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Material ishlab chiqarish zaxirasi qiymati investisiya xajmi
- Tez yemiradigan va arzon buyumlarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Nazorat- o'lchov asboblarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Loyxani ishlab chiqarishga sarflangan investisiya hajmi qiymati

III. Yillik daromad, iqtisodiy samaradorlikni aniqlang.

IV. Xarajatlarni qoplanish muddatini aniqlang.

I. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

- Loyixaning maqsadi, vazifalari, ahamiyati, hozirgi talablariga javob bera olishi
- Loyixaning iqtisodiy samaradorligi, qo'llanish sferalari

II. Investisiya xajmini aniqlash .

Bitiruv ishi bo'yicha sarflanadigan xarajatlarini quyidagi keltirilgan jadvallarda keltiramiz.

Inventarlar va ulchov-nazorat asboblari sotib olish
investisiya xajmi

Tablisa 2.

№	Nomi	Soni	Donasining baxosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	kremniy	1	10000000	2000000	12000000
2	Diffusion pech	1	2000000	400000	2400000
3	Kimyoviy ashyolar	1	100000	20000	120000
4	Sim	1	50000	10000	60000
5	Komsib	1	50000	10000	60000
6	Bug`latish uzra	1	5000000	1000000	6000000
	Jami				14700000

Asosiy fondlar kiymati

Tablisa 3.

№	Asosiy fondlar kiymati	Soni	Asosiy fondlar kiymati
1	Labaratoriya	1	300000
2	Uskunalar	2	1020000
	Jami	3	1320000

Amotizasiya ajratmasi AF 20% tashkil kiladi

$$A_{om\chi} = 20\% * O\Phi/12$$

$$A_{om\chi} = 0.2 \times 1320000/12$$

$$A_{om\chi} = 22000 \text{ сум}$$

Joriy tamirlash va texnik xizmat uchun xarajatlar AF qiymatining 12%

$$Pm = 12 \% * O\Phi/12$$

$$Pm = 0,12 \times 1320000 / 12$$

$$Pm = 13200 \text{сум}$$

Loyxani ishlab chikaruvchi ishchilarning ish xakini xisoblash

Tablisa 4.

Bajariladigan ishlar nomi	Lavozimi	Kunlar	Ortacha bir Kunlik ish xajmi	Bajarilgan Ishning qiymati
Loyiha mavzusini tanlash va shakllantirish	CHC	1	15000	15000
Mavzu bo'yicha ITA tanlash va o'rganish	MNS	2	7050	14100
Intrfeus dasturini ishlab chiqish	MNS	2	7050	14100
Ma'ruza matnini kiritish	MNS	3	7050	21150
Dasturni sozlash	MNS	1	7050	7050
Kompleks dasturlarni testdan o'tkazish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Iqtisodiy qism	MNS	2 1	7050 15000	14100 15000
Mehnatni muhofaza qilish	MNS CHC	2 1	7050 15000	14100 15000
Bitiruv ishi qo'l yozmasini tayorlash	MNS	1	7050	7050
Taqriz berish	SNS	1	15000	15000
Bitiruv ishini himoya	MNS	1	7050	7050
Jami		24		201000

Asosiy ish haqi – barcha ishchilarning ish xaqi va 40% miqdori mukofot pulning yeg'indisi sifatida aniqlanadi

$$Z_{osn} = SOT * 0,4 + SOT$$

$$Z_{osn} = 201000 * 1,4$$

$$Z_{осн} = 281400 \text{ сум}$$

Qo'shimcha ish xaqi asosiy ish haqining 10% hisobida olinadi

$$Z_d = K_d * Z_{osn}$$

$$Z_d = 0,1 * 281400$$

$$Z_d = 28140 \text{ сум}$$

Mehnatga haq to'lash fondi asosiy va qo'shimcha ish xaqi to'lash fondi asosiy va qo'shimcha ish xaqilarining yig'indisi sifatida aniqlanadi

$$\Phi OT = Z_{осн} + Z_d$$

$$\Phi OT = 281400 + 28140$$

$$\Phi OT = 309540 \text{ сум}$$

Ijtimoiy ehtiyojlarga xarajatlar FOT dan 27% miqdorida hisoblanadi

$$O\Phi CC = 25\% * \Phi OT$$

$$O\Phi CC = 0,25 * 309540$$

$$O\Phi CC = 77385 \text{ сум}$$

Transport xarajatlari asosiy ish xaqidan 20%

$$P_{mp} = 0,2 * Z_{осн}$$

$$P_{mp} = 0,2 * 281400$$

$$P_{mp} = 56280 \text{ сум}$$

Ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun issiqlik xarajatlari

Узунлиги -6

Эни-4

$$V = \text{Узунлиги} * \text{Эни}$$

$$V = 6 * 4 = 24 \text{ м}^2$$

$$V = 24 * 663,05 = 15913,2 \text{ сум}$$

Elektr energiyasiga bo'lgan xarajatlar quyidagi formuladan aniqlanadi

$$W = N * T * S$$

N- ўrnatilgan quvvat, кВт

T- ishlatilgan vaqt

S- 1 кВт/ соат электр энергия нархи

$$W = 1 * 144 * 112,2$$

$$W = 16156,8 \text{ сум}$$

Investisiya hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$K = MПЗ + \Phi OT + A_{оф} + \sum P$$

$$K = 144000 + 309540 + 22000 + 101550 = 577090 \text{ сум}$$

	Xarajatlarning nomi	Сумма Қиймати
1	Bajarilgan ishning qiymati	827313,825
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	636395,25
3	Ishlab chiqarish tannarxi	605441,25
4	Davr xarajatlari	30954
5	Материал харажатлари	176070
6	Хом-ашё	144000
7	Электрэнергия	32070
8	ФОТ	309540
9	Ижтимоий суғурта	77385
10	Амортизация	22000
11	Бошқа харжатлар	20446,25
12	Асосий иш хақи	201000

Бажарилган ишнинг иктисодий самарадорлигини аниклаш

Таблица 6.

	Ko'rsatkichlar nomi	O'lcho'birliги	Qiymati	Изоҳ
1	Bajarilgan ishning qiymati	Сум	827313,825	Таблица
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	Сум	636395,25	Таблица
3	Инвестиции	Сум	577090	Формула
4	Iqtisodiy samara	Сум	190918,575	Формула
5	Qoplanish muddati	Ой	3	Формула
6	Rentabillik	%	33	Формула

Iqtisodiy samarani quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$\mathcal{E} = (C1 - C2) * Q$$

$$C1 = C2 * 1,3$$

C1 и C2 – аввалги ва кейинги таннарх,

Q – ишлаб чиқариш хажми

$$\mathcal{E} = (827313,825 - 636395,25) \times 1$$

$$\mathcal{E} = 190918,575 \text{ сум}$$

Рентабелликни аниқлаймиз

$$R = \mathcal{E} * 100\% / K$$

$$R = 190918,575 \times 100\% / 577090$$

$$R = 33\%$$

Қопланиш муддатини аниқлаймиз

$$Tок = K / \mathcal{E}$$

E - iktisodiy samara

K- капитал

$$Tок = 577090 / 190918,575$$

$$Tок = 3$$

ХУЛОСА

Малакавий битирув натижасига кўра қуйидаги фикрларни хулоса қилиш мумкин:

1. Паст ҳароратли ишлов бериш орқали кремний ҳажмида никел микрозарраларини шакллантириш мумкин;
2. Паст ҳароратли ишлов беришнинг ҳароратига боғлиқ равишда микрозарраларнинг ўлчами ўзгаради;
3. 900-1100 °С ҳарорат оралиғида ишлов берилган кремний намуналари ҳарорат датчикларини тайёрлаш учун яроқлидир, яъни 900°С паст ҳароратларда ишлов берилганда намуна паст омли бўлиб қолади.
4. Паст ҳароратли ишлов беришда датчик параметрларини нисбатдан яхшиланиши кузатилади.

Фойдаланган адабиётлар

- 1.Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика проводников. / М.: Наука. 1990. 688с.
- 2.Датчики теплофизических и механических параметров. Справочник т.1.кн.1/под редакцией Контева Ю.Н. 1998.
- 3.Виглеб Г. Датчики./М.:ИПЖР,1989,180с.
- 4.Межгосударственный стандарт ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические условия./ Минск: Изд. Стандартов, 1998.
- 5.Суханова Н.Н., Суханов В.И., Юровский А.Я. Полупроводниковые термопреобразователи с расширенным диапазоном рабочих температур.// Датчики и системы, №7, 8, 1999.
- 6.Соколова А.А., Смирнов Н.И., Ларионов И.Б. Высокочувствительные датчики температуры из кремния, легированного золотом. -В кн. Совершенствование средств и методики измерения температуры при стендовых испытаниях изделий. Тезисы отраслевого семинара. Загорск, 1978.
- 7.Маркелов А.Датчики температуры, первичные преобразователи.//chip news.Si-sensors,Philips.Инженерная микроэлектроника,2003,№10,с.83
- 8.Зайцев Ю.В., Громов В.С. Григораш Т.С. Полупроводниковые термоэлектрические преобразователи./М."Радио и связь",1985,120 с.
- 9.Forschung und Anwendung moderner Sensorsysteme". //Sensor Magazin4,4 (1990)
- 10.Вайнберг В.В., Воробкало Ф.М., Зарубин Л.И. Полупроводниковый материал для термометров сопротивления на диапазон (14...300) К.// Полупроводниковая техника и микроэлектроника, Киев, 1979, вып.30.
- 11.Белевцев А. и др. Термоэлектрические преобразователи температуры. Теория, практика, развитие. //Современные технологии автоматизации. №2, 2004.
- 12.A. W. van Heerwarfen und P.M. Sarro, "Thermal Sensors Based on the Seebeck Effect",// Sensors and Actuators 10,321 (1986)

13. Кривоносов А. И. Полупроводниковые датчики температуры. / М. Энергия 1974г. 184с
14. Гарсиа В. Измерение температуры: теория и практика. // Современные технологии автоматизации. №1, 1999.
15. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: / Учебник для вузов - М.: Издательский центр «Академия», 2003.
16. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. / Кн.1, М.: Мир, 1984.
17. сайт. www.imgltd.ru
18. Фистуль В.В. Сильно легированные полупроводники
19. сайт: www.privod.info
20. сайт: www.honeywell.com/sensing и www.semiconductors.philips.com
21. <http://school.bakai.ru/?id=newpb020920080754>
22. <http://www.chipfind.ru/catalog/sensors/ptc/>
23. <http://www.radiocom.vinnitsa.com/termistori.php>