

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта
махсус
таълим вазирлиги**

Қарши Давлат университети

Физика-математика факультети

Йўналиши: Физика

4-курс 41-гуруҳ талабаси

**Ярим ўтказгичлар ва диэлектриклар физикаси
фанидан тайёрлаган**

Р Е Ф Е Р А Т

Мавзу: *Ярим ўтказгичли ва юқори ҳароратли ўта ўтказгич
материалларни тигель ёрдамида ўстириш усуллари.*

Бажарди:

Қабул қилди:

Зиятов Журабек

ф.м.ф.н. И.Эргашев

Қарши-2013

**Мавзу: Ярим ўтказгичли ва юқори ҳароратли ўта ўтказгич
материалларни тигель ёрдамида ўстириш усуллари**

Ўстириш усуллари кўп бўлиб улардан асосийлари жумласига қуйидагилар киради:

1. Тоза моддалардан ва легирланган киришмали ўта тўйинган эритмалардан ўстириш.
2. Эритмалардан ўстириш.
3. Буғ фазасидан ўстириш.

Стехиометрик таркибдаги суюқ фазадан кристалларни ўстириш усуллари 2 га бўлинади. Тигель ёрдамида ўстириш усуллари ва тигелсиз усуллар. Бу усул бир неча кўринишга бўлинади. Жумладан, йўналтирилган кристаллизация усули, «горизонтал» ва «вертикал» Бриджмен усули, соҳали эритиш усули ва Чохральский усули.

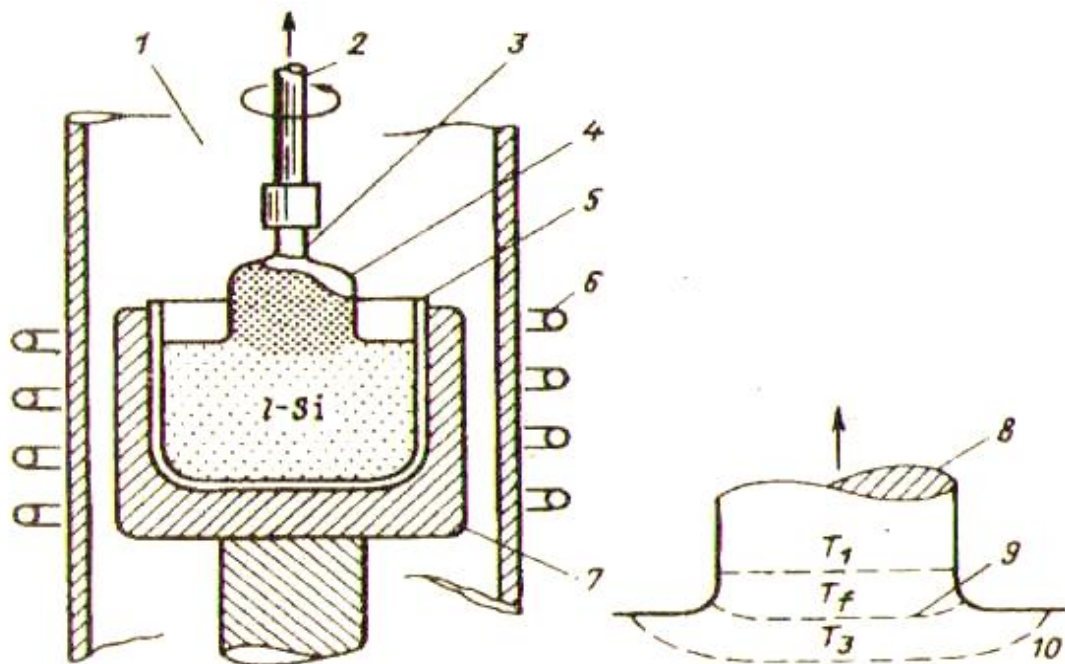
Бу усулларнинг асосини иссиқликни йўналтирилган ҳолда узатиш ташкил қилади. Бунга мисол тариқасида 1-расмда Чохральский усули келтирилган.

Вертикал печлар учун характерли нарса «кристаллизация» фронтини кузатиш мумкин эмаслигидир. Яна бир камчилик ўсаётган кристаллнинг тигл деворлари билан доимий контактда бўлиб туришидир. Ўлчамлари кераклигича катта монокристаллар олиш учун, бутун технологик жараён давомида кристалланиш чегараси қавариқ шаклли бўлиши керак.

Бунинг учун тигель деворларининг ҳарорати суюқ фаза ҳароратидан доимий юқори бўлиши керак. Натижада тигель деворларида паразит кристалланиш марказлари ҳосил бўлишининг олди олинади.

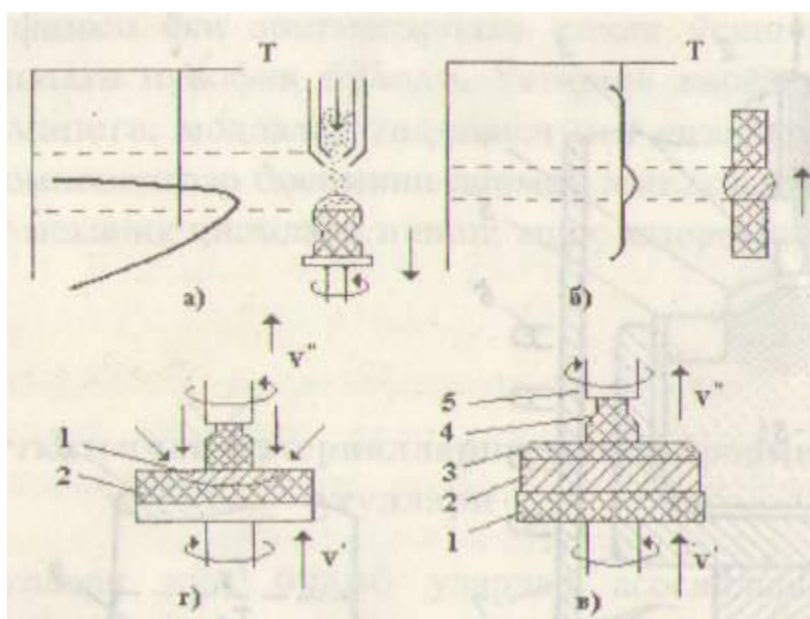
Соҳали ўстириш. (2-расмга қаранг). Бу усулнинг Бриджмен усулидан фарқи шундаки, бу усулда иккита печ ишлатилади, бири ҳарорати $T < T_{эр}$, иккинчиси ҳаракатчан конструкцияли қисқа зонали ҳарорати $T > T_{эр}$. Бу усулда эриган модда тигл деворлари билан камроқ контактда бўлгани учун ўстириляётган кристалл камроқ ифлосланади. Эриётган ва эриган соҳа қалинлигини ва унинг силжиш тезлигини ўзгартириш имконияти мавжуд. Шунинг учун бу усул ЯЎ материалларни яхшироқ тозалаш имкониятини беради.

Чохральский усули. Бу усул асосан саноат кўламида Ge ва Si ишлаб чиқаришда ишлатилади. 1-расмда Чохральский усулининг принципиал схемаси берилган. Юқоридаги усулдан унинг фарқларидан бири бу тигелсиз усул бўлиб ўстириляётган кристалл ўлчамини назорат қилиш мумкин, ҳамда ўсиш суръатини назорат қилиш имконияти мавжуд.



1-расм. Кристалларни Чохральский усули билан ўстириш қурилмаси.

1 - вакуум ёки инерт газ муҳит; 2 - кристаллни тортувчи стержен; 3- дастлабки ўстиришни белгиловчи кристалл; 4 - ўсиб бораётган кристалл; 5 - кварцдан қилинган тигель; 6 - юқори частотали индуктор; 7 - индукцион ток таъсирида қиздирилувчи графит; 8 - кремний кристалли; 9-кристаллизация фронти; 10-суяқ кремний.



2-расм. Монокристалларни эритмалардан ўстиришнинг тигельсиз усуллари.

а - Варнейл усули; б - вертикал соҳали эритиш; в – “томчидан” тортиш усули; г – “кўлмакдан” тортиш усули. 1,5 - итоклар, 2 кристалл манба, 3-эриган кристалл, 4-ўсаётган кристалл, v^1 ва v^{11} итокларнинг айланиш тезликлари.

**Mavzu: Yarim o'tkazgichli va yuqori haroratli o'ta o'tkazgich
materiallarni tigel yordamida o'stirish usullari**

O'stirish usullari ko'p bo'lib ulardan asosiylari jumlasiga quyidagilar kiradi:

1. Toza moddalardan va legirlangan kirishmali o'ta to'yingan eritmalardan o'stirish.
2. Eritmalardan o'stirish.
3. Bug' fazasidan o'stirish.

Stexiometrik tarkibdagi suyuq fazadan kristallarni o'stirish usullari 2 ga bo'linadi. Tigel yordamida o'stirish usullari va tigelsiz usullar. Bu usul bir necha ko'rinishga bo'linadi. Jumladan, yo'naltirilgan kristallizatsiya usuli, «gorizontal» va «vertikal» Bridjmen usuli, sohali eritish usuli va Choxralskiy usuli.

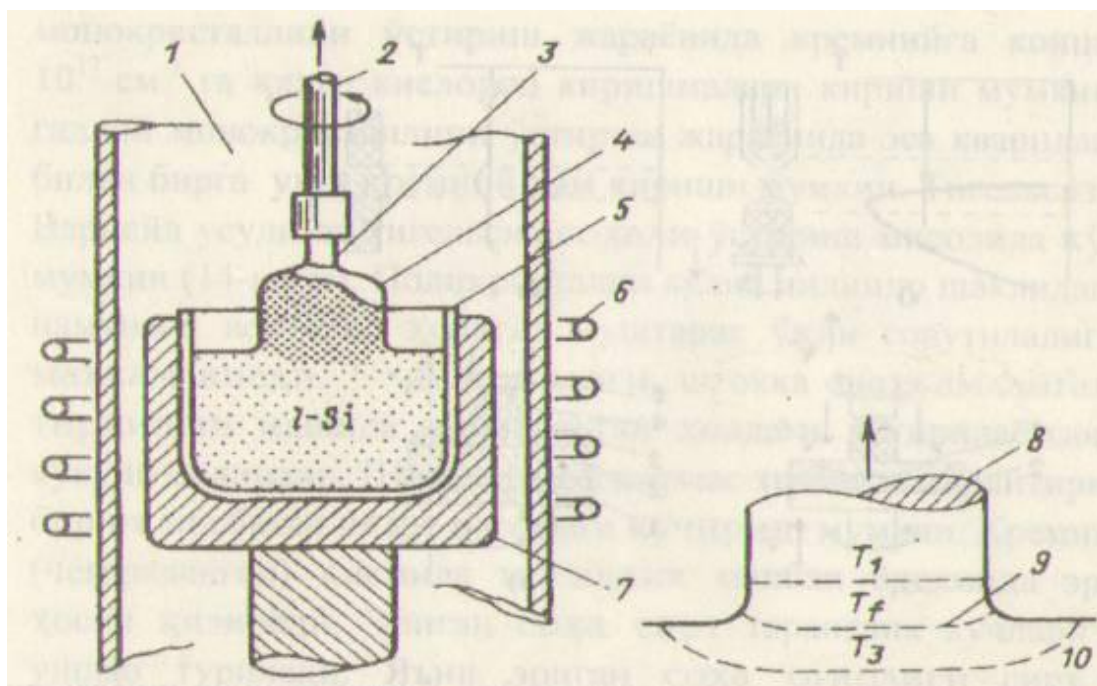
Bu usullarning asosini issiqlikni yo'naltirilgan holda uzatish tashkil qiladi. Bunga misol tariqasida 1-rasmda Choxralskiy usuli keltirilgan.

Vertikal pechlar uchun xarakterli narsa «kristallizatsiya» frontini kuzatish mumkin emasligidir. Yana bir kamchilik o'sayotgan kristallning tigel devorlari bilan doimiy kontaktda bo'lib turishidir. O'lchamlari kerakligicha katta monokristallar olish uchun, butun texnologik jarayon davomida kristallanish chegarasi qavariq shaklli bo'lishi kerak.

Buning uchun tigel devorlarining harorati suyuq faza haroratidan doimiy yuqori bo'lishi kerak. Natijada tigel devorlarida parazit krisstallanish markazlari hosil bo'lishining oldi olinadi.

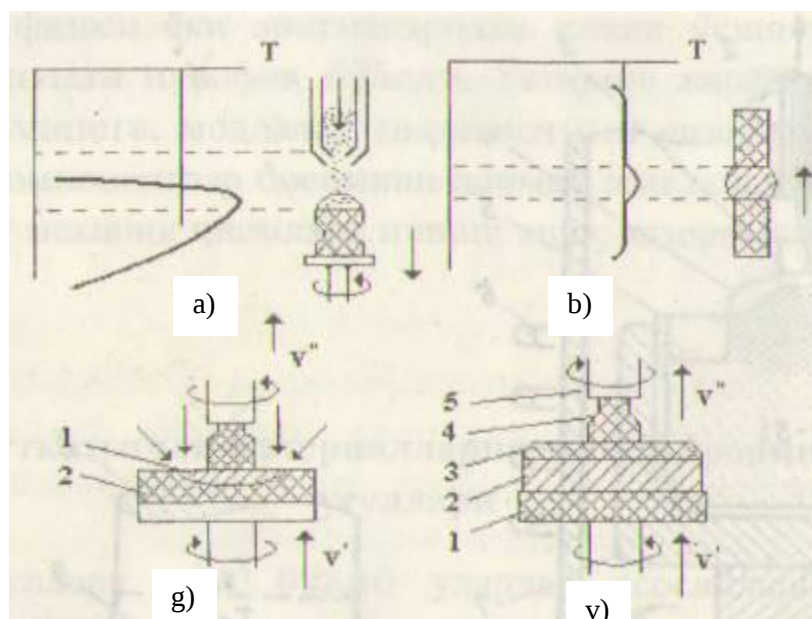
Sohali o'stirish. (2-rasmga qarang). Bu usulning Bridjmen usulidan farqi shundaki, bu usulda ikkita pech ishlatiladi, biri harorati $T < T_{er}$, ikkinchisi harakatchan konstruksiyali qisqa zonali harorati $T > T_{er}$, Bu usulda erigan modda tigel devorlari bilan kamroq kontaktda bo'lgani uchun o'stirilayotgan kristall kamroq ifloslanadi. Eriyotgan va erigan soha qalinligini va uning siljish tezligini o'zgartirish imkoniyati mavjud. Shuning uchun bu usul YaO' materiallarni yaxshiroq tozalash imkoniyatini beradi.

Choxralskiy usuli. Bu usul asosan sanoat ko'lamida Ge va Si ishlab chiqarishda ishlatiladi. 1-rasmda Choxralskiy usulining printsipial sxemasi berilgan. Yuqoridagi usuldan uning farqlaridan biri bu tigelsiz usul bo'lib o'stirilayotgan kristall o'lchamini nazorat qilish mumkin, hamda o'sish sur'atini nazorat qilish imkoniyati mavjud.



1-rasm. Kristallarni Choxpalskiy usuli bilan o'stirish qurilmasi.

1 - vakuum yoki inert gaz muhit; 2 - kristallni tortuvchi sterjen; 3- dastlabki o'stirishni belgilovchi kristall; 4 – o'sib borayotgan kristall; 5 - kvartsdan qilingan tigel; 6 - yuqori chastotali induktor; 7 - induksion tok ta'sirida qizdiriluvchi grafit; 8 - kremniy kristalli; 9- kristallizatsiya fronti; 10-suyuq kremniy.



2-rasm. Monokristallarni eritmalardan o'stirishning tigelsiz usullari.

a - Varneyl usuli; b - vertikal cohali eritish; v – “tomchidan” tortish usuli; g - “ko'lmakdan” tortish usuli. 1,5 - shtoklar, 2 - kristall manba, 3-erigan kristall, 4-o'sayotgan kristall, v^1 va v^{11} shtoklarning aylanish tezliklari.

