

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА  
СУВ ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ  
ИНСТИТУТИ**

Физика ва кимё кафедраси

**ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР ВА СУЮҚЛИКЛАР МЕХАНИКАСИДАН  
ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ БАЖАРИШ  
БЎЙИЧА МЕТОДИК КЎРСАТМА**

**Т о ш к е н т – 2007**

Ушбу методик кўрсатма Институт илмий – услубий Кенгашининг 13 июн 2007 йилда бўлиб ўтган 8 – сонли мажлисида кўриб чиқилди ва чоп этишга тавсия этилди.

Ушбу методик кўрсатмада физика фанининг каттиқ жисмлар ва суюқликлар механикаси бўйича лаборатория ишлари ёритилган. Методик кўрсатма талабаларни физика фанидан олган билимларини чуқур ўзлаштиришларида катта ёрдам беради.

Методик кўрсатма 54050200 – СХМ, 5540100 – ГKK, 5540900 – СХМИМ, 55541400 – СХГФ, 5521800 – А ва Б, 552000 – ЭЭ, 5660100 –ХФХ, 5650600 – СМТ, 5140900 – КПТ (ГМ) йўналиш талабалари учун мўлжалланган.

**Тузувчилар:** Ахмедов А.М., катта ўқитувчи  
Хафизов М.М., техника фанлари доктори  
Каримов З., кимё фанлари доктори

**Тақризчилар:** М.Қурбонов, ЎзМУ «Физика» факультети «Умумий физика ва уни ўқитиш методикаси, атмосфера физикаси» кафедраси доценти, педагогика фанлари номзоди

Б.Кодиров, доцент

© Тошкент ирригация ва мелиорация институти, 2007 йил.

## КИРИШ

Физика фани атрофимизни ўраб олган моддий дунёдаги ходисалар хақидаги маълумотларни тажриба оркали йиғади. Лаборатория шароитида муайян ходисага у ёки бу факторнинг таъсирини ўрганиш мақсадида физикавий эксперимент ўтказилади. Физика фанини ўрганишда ва ўзлаштиришда эксперимент муҳим ўрин эгаллайди. Физикавий қонунлар тажрибаларда аниқланади ва тажриба ёрдамида текширилади. Талабалар физика лабораторияларида асосий физикавий ходисаларни ўрганадилар ва уларни таҳлил қилиш усуллари билан танишадилар.

Ушбу методик кўрсатмага киритилган лаборатория ишлари маълум кетма-кетликка эгадир. Хар бир лаборатория машғулотида ишнинг мақсади, иш тўғрисида қисқача ва керакли назарий маълумотлар берилади. Ишнинг назариясини талабалар чуқурроқ ва аниқроқ ўзлаштириб олишларига ҳаракат қилинган.

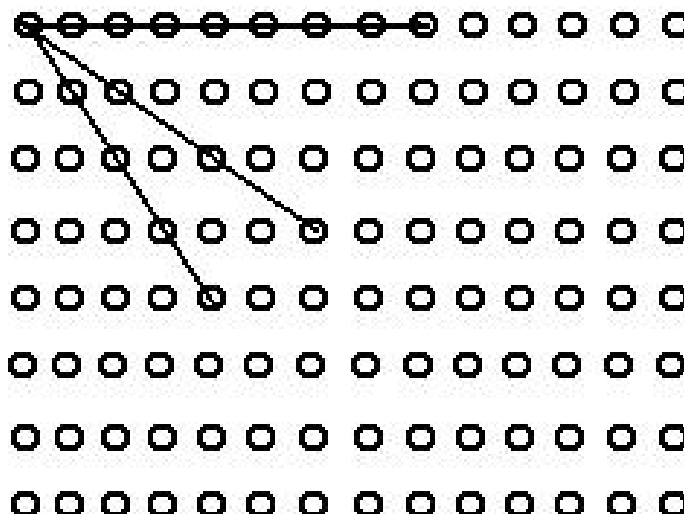
Хар бир лаборатория ишида ишни бажариш учун керакли асбоб ва жихозларнинг номлари, ишни бажариш тартиби ва ўз-ўзини текшириб кўришлари учун синов саволлари келтирилган.

Методик кўрсатмага қаттиқ жисм ва суюқликлар механикасига доир 4 та лаборатория ишлари киритилган. Ушбу методик кўрсатма физика ва кимё кафедраси ишчи дастури асосида ёзилган бўлиб, ГМ факультети услубий кенгашида кўллаб-қувватланган.

# ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР МЕХАНИКАСИ

## Назарий муқаддима

Қаттиқ жисмларда зарралар (молекулалар, атомлар ва ионлар) тартибли жойлашган бўлиб, кристал панжара ёки фазовий панжара ҳосил қилади. Молекула, атом ёки ион жойлашган ўринлар панжарани тугунлари дейилади. Фазовий панжарани шакллари турли-туман бўлиши мумкин, лекин ихтиёрий бўлмайди. Фазовий ёки кристал панжарадаги зарраларнинг симметрик ва зич жойлашишларига сабаб, уларнинг тортишиш ёки итаришиш кучларининг мувозанатланишидир. Ана шу таъсир кучлари туфайли қаттиқ жисм ўз шаклини ёки ҳажмини доимо сақлайди. Зарраларнинг ўзаро таъсир кучи – бу электр кучларидир. Масалан: фазовий панжара туғунларида турли ишорали ион жойлашган бўлса, ўзаро таъсир кулон кучидан иборат бўлади.



Фазовий панжарани турли йўналиши бўйича зарраларни зичлиги ҳар хил бўлади. Шунинг учун ҳам қаттиқ жисмнинг турли йўналиши бўйича физик хоссалари ҳам ҳар хил бўлади. Бунга кристал анизотропияси дейилади. Масалан: 1.Қаттиқ жисм деформацияси; 2.Қаттиқ жисмнинг иссиқлик ўтказувчанлиги; 3.Иссиқликдан кенгайиш; 4.Қаттиқ жисмнинг иссиқлик сиғими.

Шу хоссаларидан қаттиқ жисм деформациясини ва қаттиқ жисмни иссиқликдан кенгайишини, полимерларни куч таъсирида чўзилишини кўриб чиқамиз.

## Қаттиқ жисм деформацияси.

Юқорида кўриб ўтдикки, қаттиқ жисмлар кристал ҳолда бўлиб, кристал панжара тугунларида жойлашган зарралар ўзаро таъсирлашади ва бу

таъсирларнинг тенг ташкил этувчиси нолга тенг бўлади. Агар қаттиқ жисмга ташқи куч таъсир этса, зарралар мувозанат вазиятидан силжийди. Натижада зарраларни ўзаро таъсир кучлари заррани аввалги жойига қайтаришга ҳаракат қилади. Агар силжиш унча катта бўлмаса, зарраларнинг ўзаро таъсир кучи зарраларни ўз жойига қайтаради. Бундай ходисага эластик деформация дейилади. Агар ташқи куч катта бўлса зарраларнинг мувозанат вазиятидан силжиши катта бўлади, натижада зарраларнинг ўзаро таъсир кучи зарраларни аввалги ҳолатига қайтара олмайди. Бу ходиса пластик деформация дейилади. Демак қаттиқ жисмларнинг ташқи куч таъсирида шаклини ёки ҳажмини ўзгаришига деформация деб аталади.

Деформацияни ўзи бир неча кўринишга эга.

- 1) чўзилиш ёки сиқилиш деформацияси,
- 2) силжиш деформацияси,
- 3) эгилиш деформацияси,
- 4) буралиш деформацияси.

Чўзилиш деформациясини кўриб чиқайлик: узунлиги  $\ell$  кўндаланг кесим юзи  $S$  бўлган стержен олиб, уни бир томонини маҳкамлаб, иккинчи томонига ташқи куч таъсир эттирамиз. Бу кучга қарама-қарши йўналган эластиклик кучи пайдо бўлади. Демак эластиклик кучи - бу зарраларнинг ўзаро таъсир кучларининг тенг ташкил этувчисидир. Эластик деформацияланган жисмда пайдо бўлган эластиклик кучи жисмни исталган кесимида жисмга таъсир этувчи ташқи куч билан мувозанатлашади. Шу сабабли эластик куч қийматини, ташқи куч қиймати орқали аниқлаш мумкин.

Эластик куч қиймати кучланиш билан ҳарактерланади. Бирлик юзага ( $S$ ) таъсир этаётган натижавий эластик кучга ( $F$ ) кучланиш дейилади.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Ўлчов бирлиги  $\frac{H}{m^2}$ .

Бирлик юзага нормал йўналган бўлса, кучланиш нормал, агар куч уринма бўйлаб йўналган бўлса тангенциал кучланиш дейилади.

Бирорта  $X$  ўлчамли жисмни деформацияланиш катталигини кўрсатишда нисбий деформация тушунчасидан фойдаланилади. Абсолют силжишни ( $\Delta X$ ), жисмни ҳақиқий ўлчамига ( $x$ ) нисбати нисбий деформация дейилади.

$$\epsilon = \frac{\Delta X}{X} \quad (2)$$

бу ерда  $\Delta X = X_1 - X$  жисм ўлчамини ўзгаришини абсолют қиймати.

Инглиз физиги Р.Гук тажрибалар натижасида, деформацияланган жисм кучланиши, нисбий деформациясига тўғри пропорционаллигини аниқлади. Бу коида Гук қонуни дейилади.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

бу ерда  $E$  – пропорционаллик коэффициенти бўлиб, эластиклик модули ёки Юнг модули деб аталади. Юнг модули ( $E$ ) ҳар бир жисм учун ўзгармас бўлиб, уни қиймати фақат деформацияланаётган жисм материалига боғлиқ.

Агар  $E$  нисбий деформация 1 га тенг бўлса, Юнг модули ( $E$ ), кучланишга ( $\sigma$ ) тенг бўлади.

$$\varepsilon = 1, \quad E = \sigma \quad (4)$$

(4) формуладан кўринадик Юнг модули бир бирлик нисбий деформацияни ( $E$ ) ҳосил этувчи кучланиш ( $\sigma$ ) сон қийматига тенг.

Агар (3) формулага (1) ва (2) формулаларни қўйсак, чўзилиш деформацияси учун Гук қонунини келтириб чиқарамиз.

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta X}{X}.$$

Бундан (4) чи формуладаги  $\frac{E \cdot S}{X} = k$  деб белгилаб  $F = k \Delta X$ , ва  $F = - F_{эл}$  бўлганлиги учун

$$F_{эл} = - k \Delta X \quad (5)$$

бўлади. Бу ерда  $k$  – пропорционаллик коэффициенти бўлиб жисмни материалига ва ўлчамларига боғлиқдир. Одатда  $k$  ни – жисмни биқирлиги деб ҳам аталади.

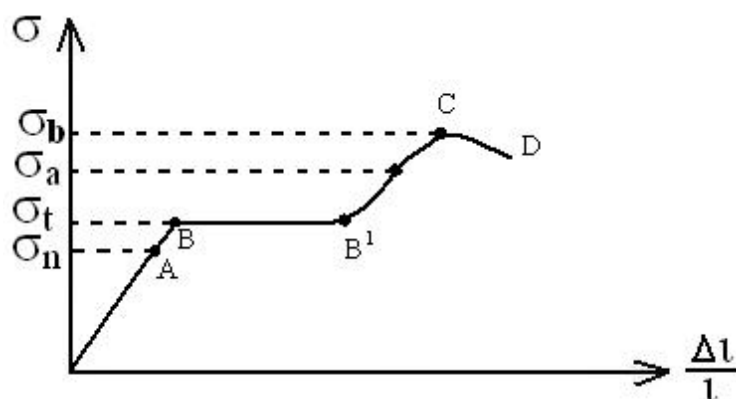
Эгилиш деформацияси учун Гук қонуни куйидагича кўринишга эга бўлади:

$$\lambda = \alpha \cdot F \quad (6)$$

бу ерда  $\lambda$  – эгилиш масофаси,  $\alpha$  – жисмни материалига ва ўлчамларига боғлиқ бўлган, пропорционаллик коэффициенти,  $F$  – ташқи куч.

Энди юқорида мисол қилиб олинган  $l$  узунликка ва  $S$  кўндаланг кесимга эга бўлган, стерженни чўзилиш деформациясини кузатайлик. Бунинг учун график ёки чўзилиш диаграммасини ҳосил қиламиз. Ордината ўқига кучланиш кўямиз, абцисса ўқига нисбий деформациясини кўямиз.  $\sigma_n$  – кучланиш қийматигача эластик деформация рўй беради ва Гук қонуни бажарилади.  $\sigma_n$  – қийматида эса кучланиш билан нисбий деформация орасидаги пропорционаллик йўқолади.

Шунинг учун  $\sigma_n$  кучланиш пропорционаллик чегараси дейилади. Бунга  $A$  нуқта мос келади. Кучланишни ортиши, нисбий узайишни ортишига олиб келади.  $\sigma_T$  га тенг бўлган кучланиш оқувчанлик чегараси дейилади, кучланиш ортмаса ҳам нисбий узайиш ортиб кетаверади.  $B$  нуқта ва  $B^1$  нуқта оралиғидаги



кучланиш  $\sigma_B$  эса мустаҳкамлик чегараси деб аталади ва кучланиш  $\sigma_B$  дан ортса жисм узилиб кетади. Агар жисм кучланиш  $\sigma_a$  гача деформацияга учраган бўлса, ўз ҳолатига тўлиқ қайтмайди, натижада қолдиқ деформация CD кесмага тенг бўлади. Бундай ҳолатларда жисмни аввалги ҳолатига қайтариш учун, жисмни қайта тоблаш зарур.

Эластик деформацияга учраган жисмни потенциал энергиясини топиш учун иш формуласидан фойдаланамиз. Жисмни чўзишда ташқи куч 0 дан  $F$  гача ортиб боради. Худди шунга ўхшаш кучланиш ҳам 0 дан  $\sigma$  гача ортиб боради. Шунинг учун деформация вақтида бажарилган иш (A) ўртача кучни  $\left(\frac{F}{2}\right)$  абсолют узайиш  $(\Delta\ell)$ га кўпайтмасига тенг бўлади.

$$W_n = A = \frac{1}{2} F \cdot \Delta\ell \quad (7)$$

Бу формулага (4) –формулани қўйсак

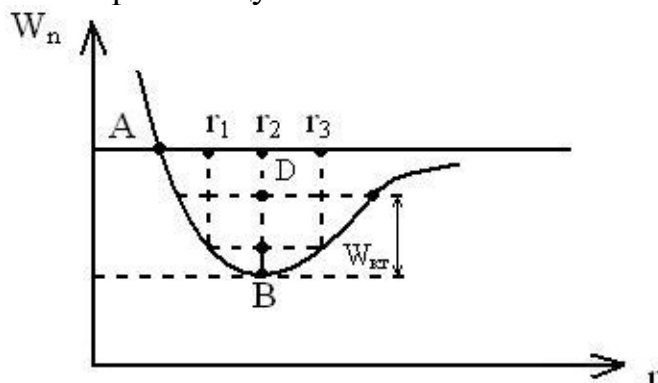
$$W_n = \frac{1}{2} \frac{F^2 \cdot \ell}{E \cdot S}$$

кўринишга эга бўлади.

## ҚАТТИҚ ЖИСМНИ ИССИҚЛИКДАН КЕНГАЙИШ ХОССАСИ.

Юқорида кўриб ўтдикки қаттиқ жисм фазовий панжарага эга бўлиб, панжара тугунларида атомлар жойлашган бўлади. Бу атомлар (зарралар) ўзларининг мувозанат вазияти яқинида тебранма ҳаракат қиладилар. Агар қаттиқ жисмга иссиқлик миқдори берилса атомларни тебранма ҳаракати ортади ва атомлар орасидаги масофа ҳам ўзгаради. Демак қаттиқ жисмни иссиқликдан кенгайиши, панжара тугунларида жойлашган атомларнинг тебранма ҳаракат энергиясининг ортишига боғлиқдир. Бу тушунчани физик моҳиятини

молекулаларнинг ўзаро таъсир потенциал эгри чизиғи ёрдамида аниқроқ тушунтириш мумкин. Абцисса ўқига атомлар орасидаги масофа  $r$  ва ордината ўқи бўйлаб потенциал энергияни қўямиз.



В нуқта потенциал ўрани туби сатҳини белгилайди. Бунда атомлар орасидаги масофа  $r_2$  га тенг бўлиб потенциал энергияси  $E_{\min}$  қийматига эга. DB – кесма эса потенциал ўрани чуқурлигини билдиради.

Агар молекулалар иссиқлик ҳаракатининг ўртача кинетик энергияси  $W_{\text{кт}}$  DB чуқурликдан кичик бўлса ( $W_{\text{кт}} \ll DB$ )  $W_{\text{кт}}$  энергетик сатҳдан пастдаги молекулалар  $r_1$  ва  $r_3$  орқали кичик тебранишларда бўлиб, қаттиқ жисмни нормал ҳолатини ифодалайди. Агар молекулалар иссиқлик ҳаракатининг ўртача кинетик энергияси бироз ортса молекулаларни тебранма ҳаракати ортади. Расмдан кўриниб турибдики  $r_2$  масофа атом ёки молекулани мувозанат ҳолатини ифодалайди.  $r_1$  ва  $r_3$  уларни тебраниш амплитудаларини кўрсатади. Демак иссиқлик энергияси ортса тебраниш амплитудаси ҳам ортади. Натижада атомлар орасидаги масофа ортади, бу эса қаттиқ жисмни кенгайишига сабаб бўлади.

Тажрибанинг кўрсатишича, жисмни  $\Delta \ell$  узайиши (чизиқли кенгайиши) унинг температурасини ўзгаришига пропорционал бўлади.

$$\Delta \ell = \alpha \ell_0 \Delta t \quad (8)$$

бу ерда  $\ell_0$  - жисмни  $t_0$  температурадаги узунлиги,

$$\ell = \ell_0 + \Delta \ell$$

$$\Delta t = t - t_0$$

$\alpha$  - чизиқли кенгайиш коэффициентини.

$t_0 = 0^\circ\text{C}$  да, жисмни узунлиги  $\ell_0$  бўлсин, бу ҳолда (8) формула қўйидаги кўринишга келади.

$$\Delta \ell = \alpha \ell_0 t \quad (9)$$

бундан  $\alpha$  ни топсак

$$\alpha = \frac{\Delta \ell}{\ell_0 t} = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0 t} \quad (10)$$

(10) формуладан кўринадикки чизикли кенгайиш коэффициентини жисмнинг бир градус қизиганидаги нисбий узайишига тенгдир. (10) чи тенгламани бошқача кўринишда ёзиш мумкин.

$$\ell = \ell_0 (1 + \alpha t) \quad (11)$$

(11) тенглама жисмларни чизикли кенгайиш қонунидир.

Чизикли кенгайиш коэффициентини топиш учун жисмни бошланғич температураси  $0^\circ\text{C}$  бўлиши шарт эмас. Ихтиёрий температурадан бошлаш мумкин. Масалан  $t_1^\circ\text{C}$  температурада жисмни узунлиги

$$\ell_1 = \ell_0 (1 + \alpha t_1) \quad (12)$$

бўлсин.

$t_2^\circ\text{C}$  температурада жисмни узунлиги

$$\ell_2 = \ell_0 (1 + \alpha t_2) \quad (13)$$

бўлсин.

(12) ва (13) тенгламаларни бир-бирига бўлиб, умумий махражга келтирамиз:

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{\ell + \alpha \ell_1}{1 + \alpha t_2}$$

бундан  $\ell_1 + \ell_1 \alpha t_2 = \ell_2 + \ell_2 \alpha t_1$  ва бу формуладан  $\alpha$  ни топамиз:

$$\alpha = \frac{\ell_2 - \ell_1}{\ell_1 t_2 - \ell_2 t_1} = \frac{\Delta \ell}{\ell_1 t_2 - (\ell_1 + \Delta \ell) t_1} \quad (14)$$

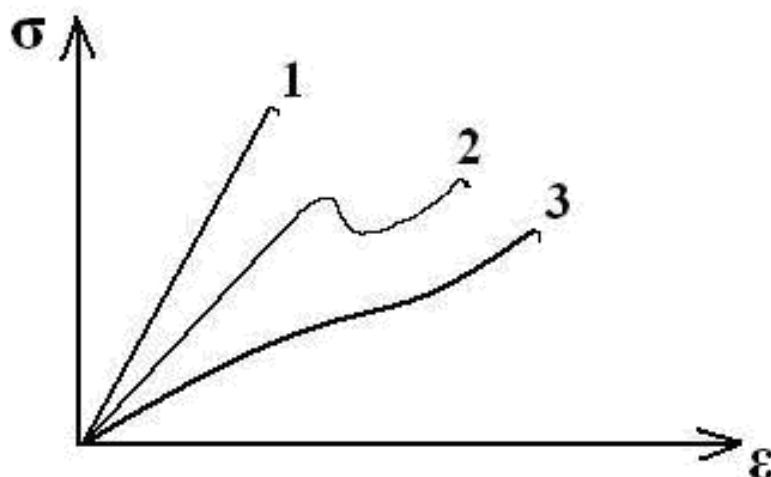
## ПОЛИМЕРЛАР ДЕФОРМАЦИЯСИ.

Юқорида кўриб ўтдикки деформациянинг бир нечта турлари бор. Полимер материаллар учун деформациянинг катта қайтиш деформацияси борлиги хоссаси билан характерланади. Полимерга таъсир этаётган ташқи таъсирни турига қараб деформация қаттиқ жисмга ўхшаб чўзилиш, эгилиш, силжиш, буралиш ва ҳар томондан сиқилиш деформацияларига бўлиниши мумкин. Полимерларнинг энг керакли деформацион хосаларидан бири деформациянинг “ $\epsilon$ ” кўйилаётган кучланиш қийматига “ $\sigma$ ” боғлиқлигидир ва буни кучланиш – деформация диаграммаси дейилади. Бундай диаграммалар ҳар хил узиш

машиналарида ва диномометрларда олиниши мумкин. Диаграммани  $\sigma = f(\epsilon)$  кўриниши асосан полимернинг фазовий ва физик ҳолатига боғлиқ. Полимерлар деформацияси асосан полимерларнинг химик тузилишига ва макромолекулаларнинг характеристикасига боғлиқ (молекулалар оғирлигига, структурасига, макромолекулаларнинг бир-бири билан боғлиқлигига ва ҳакозоларга).

Аморф ва кристал полимерлар учун деформация хоссасини кўриб чиқамиз.

Аморф полимерлар температуранинг ўзгаришига қараб учта физик ҳолатда бўлиши мумкин, булар ойнасимон, юқори эластик ва қовушқоқ оқувчанлик ҳолатларидир. Аморф полимерлар диаграммаси  $\sigma = f(\epsilon)$  куйидаги расмда кўрсатилган.



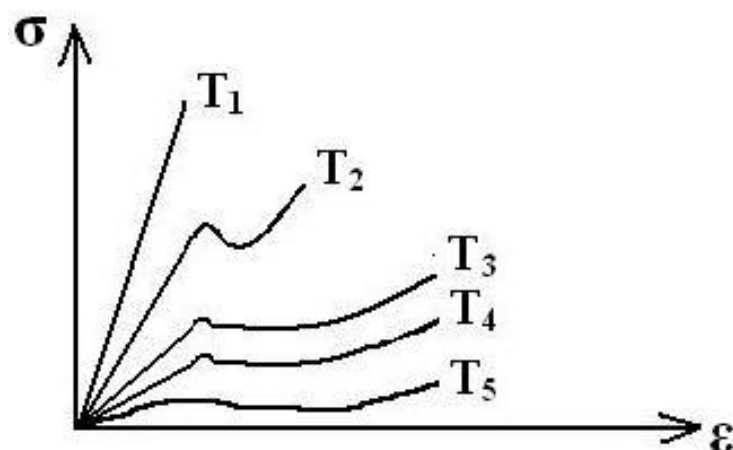
Аморф полимерларнинг чўзилиш хоссаси:

- 1 - қаттиқ мўрт полимерлар;
- 2 - қаттиқ пластик полимерлар;
- 3 - эластик аморф полимерлар.

Расмда кўринган бошланғич қисм, тўғри чизикли  $\sigma = f(\epsilon)$  қисм, эластик деформацияга тўғри келиб, қиймат жihatдан катта бўлмай, Гук қонунига бўйсинади:  $\sigma = E\epsilon$ ,

бу ерда  $\sigma$  - нусхага берилаётган солиштира кучланиш;  $\epsilon$  - нисбий деформация;  $E$  - Юнг модули.

Кристалл полимерларда куч таъсирида полимер бир қанча қийматга эга бўлади. Бу куйидаги расмда кўрсатилган:



Бу эса кристал полимерларни чўзилиш хоссаси, ҳар хил температура учун: ( $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5$ ).

Кристал полимерлар куч таъсирида ориентацияланади.

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### Эгилиш бўйича Юнг модулини аниқлаш

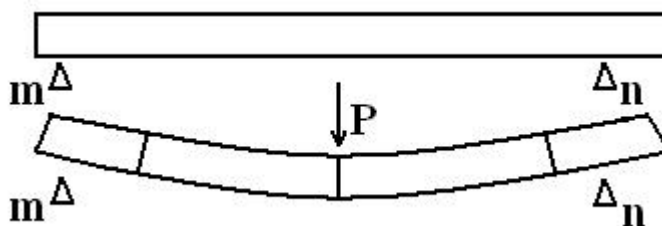
Ишни мақсади: эгилиш эластик деформациясини ўрганиш ва Юнг модулини аниқлаш.

Керакли асбоб ва материаллар:

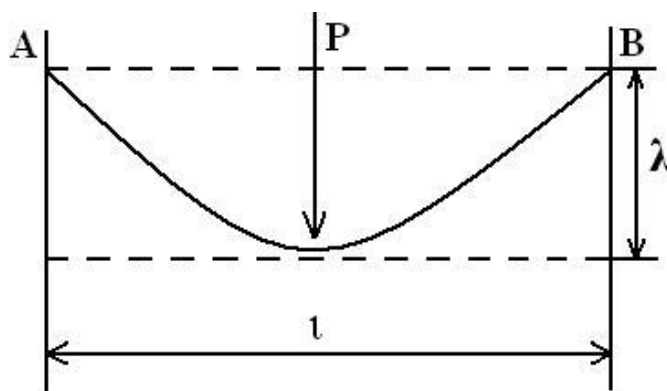
1. Эгилиш бўйича махсус асбоб.
2. Текшириладиган нусхалар.
3. Юклар.
4. Штангенциркул.
5. Чизғич.

Кўндаланг кесими тўртбурчак шаклидаги стерженнинг эгилиши бўйича Юнг модулини аниқлаш. Бунинг учун стерженни ( $m$  ва  $n$ ) призмалар устига қўйиб, унинг ўртасига  $P$  куч билан таъсир қилсак, стержен эгилади. Бу эгилишда стерженни устки қатлами сиқилади, пастки қатлами эса чўзилади.

Бунинг натижасида стерженни дастлабки ҳолига қайтарадиган эластиклик кучи ҳам шунча катта бўлади. Ўртадаги нейтраль қатламдан узоқлашган сари, эластик кучлари кўпая боради.



Нейтраль қатламга яқин қатламларда бу кучлар жуда оз бўлади, амалий томондан уларнинг аҳамияти йўқ. Шунинг учун амалда эгилмайдиган қилиб олинган яхлит стержен ўрнига кавак стерженларни мувоффақият билан ишлатиш мумкин, стержен ўртасининг юк қўйилмаганида ва юк қўйилганидаги вазиятларининг оралиғини юқорида айтиб ўтилган эгилиш масофаси ( $\lambda$ ) дейилади.



Назарий томондан (6) формуладаги пропорционаллик коэффициентини ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{1}{4E} \cdot \frac{\ell^3}{a \cdot b^3} \quad (15)$$

га тенг.

Бунда :  $\ell$  - стерженнинг таянч нуқталари орасидаги масофа;  
 $a$  - стерженнинг эни;  
 $b$  - стерженнинг қалинлиги;  
 $E$  – Юнг модули.

(15) даги  $\alpha$  нинг қийматини (6) га қўйсак:

$$\lambda = \frac{mg\ell^3}{4Eab^3} \quad (16)$$

ҳосил бўлади, бундан

$$E = \frac{mg\ell^3}{4ab^3\lambda} \quad (17)$$

Бу ишда Юнг модули (17) формула бўйича ҳисобланади. Бу катталиқни ҳисоблашда эгилиш масофаси, стержен ўлчамлари ( $a, b, \ell$ ) метрларда, юк Ньютонда ( Н ) олинади.

Эслатма: (17) формула ҳисобини осонлаштириш учун қуйидаги кўринишда олинади:

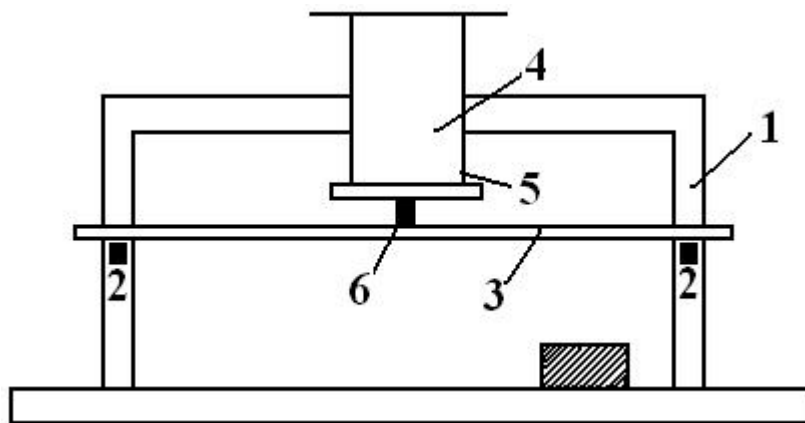
$$E = K \frac{mg}{\lambda} \quad \text{бу ерда} \quad K = \frac{\ell^3}{4ab^3}$$

ва бир марта ҳисобланади.

Ҳисоблар “СИ” бирликлар системасида олинади.

### АСБОБ ТАВСИФИ.

Бу асбоб мустаҳкам тўғри бурчакли ёғоч рамкадан иборат (1 расм). Рамканинг (1) вертикал устунчаларига бир-бирига параллел ва бир хил баландликда уч қиррали иккита метал призмалар (2) тик ўрнатилган, бу призмалар устига текшириладиган нусха қўйилади (тўғри бурчакли кесимга эга бўлган стержен 3).



1 - расм. Асбоб тузилиши.

Рамканинг горизонтал юқори томони ўрта қисмига металдан ясалган кесма ва нониусга эга муфта (4) ўрнатилган. Муфта бўйлаб миллиметр бўлинмаларига эга бўлган кичик стержен бемалол ҳаракатлана олади. Стержен устки қисмига юқлар қўйиш учун метал столга ўрнатилган, пастки учига уч қиррали призма (6). Таянч призмалар (2) параллел қилиб ўрнатилган.

Бу призма қирраси текшириладиган жисмга (3) тегиб туради. Нониус ҳар бир юк (F) қўйилгандаги эгилиш масофасини ( $\lambda$ ) ўлчаш учун ишлатилади.

### ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ.

1. Штангенциркуль билан “а” ва “в” ларни камида 5 марта ҳар хил жойдан ўлчанг ва уларнинг ўртачасини жадвалга ёзинг.

2. Призма қирралари орасидаги масофани (1) ўлчанг ва жадвалга ёзинг.

3. Текшириладиган стерженни таянч призмалар устига қўйинг ва уни ўрта қисмига таянч призмаларига параллел (юк қўйиладиган метал стержен билан ёғоч стержен орасига) алюмин призмани қўйиб нониус бўйича нолинчи ҳисобни олинг. Бошланғич эгилиш бўйича ( $\lambda$ ) масофани унга таъсир этувчи стержен ва ёғоч оғирлиги ҳосил этади.

4. Аста-секин метал стержен столчасига юклар қўя бориб, нониус бўйича биринчи ҳисобларни олинг ( $n_0, n_1, n_2, n_4, n_5$ ). Нониус кўрсатишини фарқи ( $n_0 - n_1$ ) эгилиш масофа қийматини беради ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ ).

5. Қўйилган юкларни камайтира бориб яна нониус бўйича иккиламчи ҳисобларни ( $n_1^I, n_2^I, n_3^I, \dots$ ) олинг ва эгилиш масофаларини ( $\lambda_1^I, \lambda_2^I, \lambda_3^I, \dots$ ) аниқланг.

6. Бирламчи ва иккиламчи эгилиш масофасини ўртача ҳисоби қийматини

$$\lambda_{\text{урт.}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_1^I}{2} \text{ дан топиб жадвалга ёзинг.}$$

7. Стержен устидан ҳамма қўшимча юкларни олиб, яна асбобни нолинчи ҳолатини аниқланг.

8. Юнг модули қийматини (10) формула ёрдамида ҳар бир тажриба учун алоҳида топинг ва уларни арифметик қиймати

$$(E_{\text{урт.}} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n})$$

натijasини аниқланг.

9. “E” ни топилган қийматларини жадвалдаги қиймати билан солиштиринг ва ўлчам нисбий хатосини аниқланг.

### КУЗАТИШ ЖАДВАЛИ

|    | m | юк<br>қўйилганда |       | юк<br>олинганда |         | $\lambda_{\text{урт.}}$ | $\ell$ | a | b | E | $\Delta E$ | $\frac{\Delta E}{E}$ |
|----|---|------------------|-------|-----------------|---------|-------------------------|--------|---|---|---|------------|----------------------|
|    |   | $n_0$            | $n_i$ | $n_1^I$         | $n_i^I$ |                         |        |   |   |   |            |                      |
| 1. |   |                  |       |                 |         |                         |        |   |   |   |            |                      |
| 2. |   |                  |       |                 |         |                         |        |   |   |   |            |                      |
| 3. |   |                  |       |                 |         |                         |        |   |   |   |            |                      |

### Назорат саволлар

1. Кучланиш деб нимага айтилади ва у қандай ўлчов бирликларда ўлчанади?
2. Деформация ўлчамини қандай тушунтириш мумкин?
3. Юнг модули нима ва унинг физик маъносини тушунтириб беринг?
4. Хисоблаш формуласини ёзинг ва ўлчов бирликларини келтириб чиқаринг?

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### Қаттиқ жисмни иссиқликдан кенгайиш коэффициентини аниқлаш

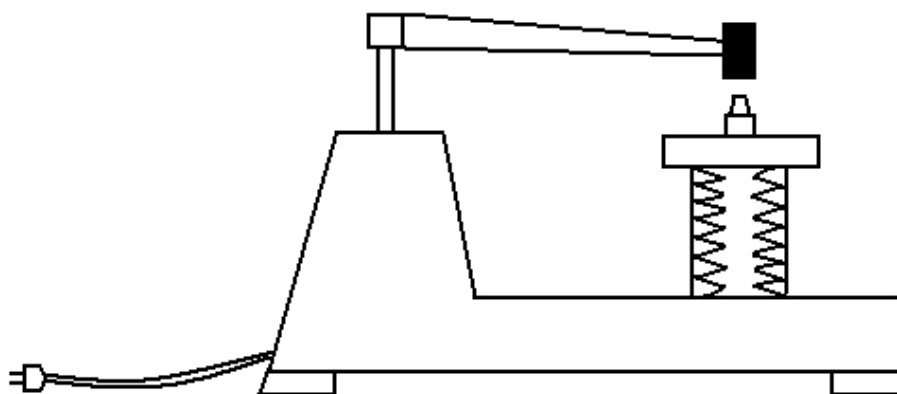
Ишнинг мақсади: Металларнинг иссиқликдан чизиқли кенгайиш коэффициентини аниқлаш.

Керакли асбоб ва материаллар:

1. Махсус асбоб.
2. Текшириладиган метал стерженлар.

### АСБОБНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ЎЛЧАШ УСЛУБИ.

Бу услуб материалларнинг қиздирилганда қанча иссиқликдан кенгайишини ( $\Delta \ell$ ) микрометр ёрдамида аниқлашга асосланган. Бунинг учун кузатиладиган метал суяқликли пробиркага жойлаштирилади. Микрометр асбобга махсус маҳкамлагич ёрдамида ўрнатилади. Иситгич ёқилади ва метал бир неча градусга қиздирилади. Металнинг чўзилишини микрометрда ўлчанади, иссиқликни ўзгаришини эса махсус иссиқлик ўлчагичдан олинади. (расм).



Асбобнинг умумий кўриниши.

## ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ.

1. Метал стерженнинг узунлиги ( $\ell_1$ ) аниқлансин.
2. Пробиркага сув қуйиб текширилаётган метал солинсин.
3. Маҳкамлагичга микрометр шундай ўрнатилсинки унинг ўлчагичи стерженнинг юқори қисмига тегиб турсин. Микрометр маҳкам қисиб қўйилсин. Микрометрнинг кўрсаткичи “0” ҳолатга яқинлаштирилсин.
4. Қизитгичини ёқиб сув қайнагунча қиздирилсин. Микрометр ёрдамида " $\Delta\ell$ " ни ўзгаришини олинг ва жадвалга ёзинг. Қизитгич ёқгични босиш билан ёқилади.
5. Микрометр олиниб, стерженли пробирка чиқарилади, қайноқ сув тўкилиб совуқ сув қуйилади, ва 1, 2, 3, 4, ҳолатлар янги стержен учун қайтарилади. Кузатиш натижасида жадвалга ёзилади.

## КУЗАТИШ ЖАДВАЛИ.

| № | $t_1^0$ C | $\ell_1$ | $t_2^0$ C | $\ell_1 + \Delta\ell$ | $\Delta\ell$ | $\alpha$ | $\Delta\alpha$ | $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \cdot 100$ % |
|---|-----------|----------|-----------|-----------------------|--------------|----------|----------------|-------------------------------------------|
|   |           |          |           |                       |              |          |                |                                           |

### Назорат саволлар

1. Жисмнинг ўлчамлари нимага боғлиқ?
2. Температуравий чизиқли кенгайиш коэффиценти деб нимага айтилади ва формуласини ёзинг?
3. Асбобни тузилишини айтиб беринг?
4. Нусханинг  $\Delta\ell$  узунлиги қандай аниқланади?

## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### Полимерларнинг механик хоссаларини ўрганиш

Ишнинг мақсади: Узиш машинаси ёрдамида полимерларнинг деформациясини ўрганиш.

Керакли асбоб ва материаллар:

1. Узиш машинаси РМИ-5
2. Текшириладиган нусхалар (полиэтилен, полистрол, поливинилспирт).
3. Чизғич
4. Микрометр.

Полимерларнинг деформациясини ўрганиш учун ҳар бир полимер нусхадан бештадан нусха лента шаклида (уzunлиги 100мм ) ўткир нарсa билан кесиб олинади. Нусхалар тартиб билан номерланади ва қалинлиги, эни 0,1 мм аниқлик билан ўлчанади. Кейин кўндаланг кесимини юзаси (S) аниқланади. Қалам ёрдамида нусхаларнинг чўзиладиган қисми 80мм масофа белгиланади. ( $\ell_0$ ) ўлчаш узиш машинасининг 30 мм/мин. тезлигида ўтказилади. Куч ўлчагич ёрдамида нусхаларга таъсир этаётган куч аниқланади, эластик чўзилишда  $P_T$  ва нусха узилаётган пайтда  $P_p$ . Узилиш машинасининг ён қисмига маҳкамланган чизғич ёрдамида нусханинг чўзилаётган қисмининг узунлиги аниқланади ( $\ell_p$ ).

Нисбий чўзилиш куйидаги формуладан аниқланади.

$$\varepsilon_p = \frac{\ell_p - \ell_0}{\ell_0} \cdot 100 \%$$

### ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ.

1. Микрометр ёрдамида нусхаларнинг қалинлигини, эни ва чизғич ёрдамида узунлигини камида 5 марта ўлчанг ва уларнинг ўртачасини жадвалга ёзинг.
2. Нусхаларнинг тартиб номери бўйича биттадан узиш машинасининг қисқичларига маҳкамланг.
3. Узиш машинасини битта тезликка қўйиб ёқинг.
4. Куч ўлчагичнинг шкаласи ёрдамида кучни ўлчанг. Нусханинг чўзилаётган қисмининг узунлигини чизғич ёрдамида аниқланг. Кузатиш натижаси жадвалга ёзилади.

5. Юқоридаги формула ёрдамида нисбий чўзилишни аниқланг.

#### Кузатиш жадвали

| № | Нусха | $S, \text{мм}^2$ | $\ell_p, \text{см}$ | $P_T, \text{кг}$ | $\ell_0, \text{см}$ | $P_p, \text{кг}$ | $E_p, \%$ |
|---|-------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------|
|   |       |                  |                     |                  |                     |                  |           |

#### Назорат саволлар

1. Абсолют ва нисбий чўзилиш деб нимага айтилади?
2. Эластик ва пластик деформация деб нимага айтилади?
3. Полимер моддаларнинг тузилишини айтиб беринг?
4. Ҳисоблаш формуласини ёзинг ва ўлчов бирликларини келтириб чиқаринг?

### ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

#### Суюқликнинг ички ишқаланиш коэффициентини капилляр вискозиметр ёрдамида аниқлаш

Керакли асбоб ва материаллар.

- 1) экспериментал курилма; 2) термометр; 3) секундомер; 4) ареометр;
- 5) суюқлик; 6) мензурка.

Усулнинг назарияси.

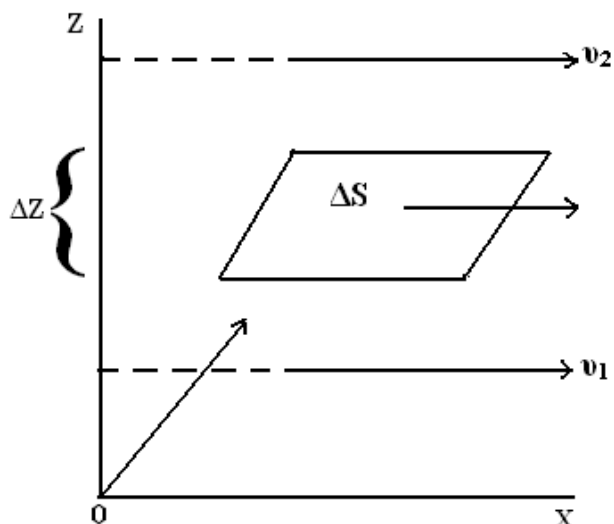
Суюқликларда ҳам газлардаги каби қовушқоқлик ходисаси кузатилади. Лекин суюқликларда бу жараён газлардагидан бошқачароқ бўлади.

Суюқликнинг қовушқоқлиги, яъни импульснинг қатламдан қатламга кўчиши, асосан молекулалар туфайли юз беради. Суюқликнинг молекулалари газ молекулалари каби эркин ҳаракатлана олмайди, улар тебранма ҳаракат қилиб вақти-вақти билан кўчади, бунда силжиш масофаси уларнинг ўлчамлари тартибида бўлади. Суюқлик зичлиги катта бўлганлиги сабабли унда молекулаларнинг илгариланма ҳаракати жуда ҳам чеклангандир. Паст хароратларда суюқлик молекулаларининг сакраб кўчишлари сийрак бўлиб, суюқликнинг қовушқоқлиги газларникига нисбатан жуда ҳам каттадир. Суюқлик қовушқоқлигининг хароратга боғланиши жуда кучли, у харорат ортиши билан тез камаяди.

Суюқлик ҳаракатида унинг қатламлари орасида ички ишқаланиш кучлари юзага келиб, улар қатламлар тезликларини тенглаштиришга интилади. Бу кучларнинг юзага келишини шундай тушунтириш мумкин: ҳар хил тезликлар билан ҳаракатланувчи қатламлар ўзаро молекулалар алмашинади, катта тезлик билан ҳаракатланувчи қатлам молекуласи секинроқ ҳаракатланувчи қатламга бирор миқдорда импульс узатади, натижада секинроқ ҳаракатланувчи қатлам ҳаракати тезлашади. Аксинча бундай алмашиниш натижасида тезлиги катта бўлган қатлам секинроқ ҳаракат қила бошлайди. Импульснинг қатламдан қатламга кўчиши натижасида қатламларнинг импульси ўзгаради (ортади ёки камаяди). Демак қатламларнинг ҳар бирига импульснинг вақт бирлигида ўзгаришига тенг бўлган куч таъсир этар экан. Бу куч ҳар хил тезликлар билан ҳаракатланувчи суюқлик қатламлари орасидаги ишқаланиш кучидан иборат бўлиб, куйидагича ифодаланади:

$$F = -\eta \frac{d\vartheta}{dt} \cdot \Delta S \quad (18)$$

(18) формуладан кўриниб турибдики, суюқлик қатламлари орасидаги ички ишқаланиш кучи бир-бирига тегиб турувчи қатлам юзи  $\Delta S$  га ва улар орасидаги  $\frac{d\vartheta}{dt}$  тезлик градиентига тўғри пропорционал экан. Бу формуладаги  $\eta$  суюқликнинг ички ишқаланиш коэффиценти деб аталади. Агар (18) формуладаги  $\frac{d\vartheta}{dt}=1$  ва  $\Delta S=1$  деб олинса,  $F = \eta$  бўлади, яъни динамик қовушқоқлик коэффиценти сон қиймат жихатидан тезлик градиенти бир бирликка тенг бўлганда бир-бирига тегиб турувчи қатламларнинг юза бирлигига таъсир қилувчи ишқаланиш кучига тенгдир.



1-расм

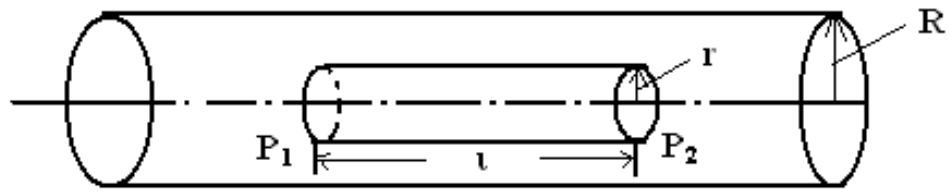
ХБ ўлчов бирликлар системасида ички ишқаланиш коэффицентининг бирлиги қилиб, суюқликнинг шундай ички ишқаланиши қабул қилинадики, бунда тезлик градиенти бир бирликка ( $1\text{сек}^{-1}$ ) тенг бўлганда  $1\text{ м}^2$  юзага таъсир қилувчи куч 1 Ньютон бўлади.

Усулнинг назарияси ва экспериментал қурилма.

Қовушқоқ суюқликнинг найдаги стационар оқимини кўриб чиқайлик. Ички ишқаланиш кучлари туфайли суюқликнинг оқим тезлиги найнинг ўқида максимал бўлиб, унинг деворлари яқинида нолга тенг. Найнинг кесими бўйича тезликнинг таксимланиш қонунини аниқлаш учун суюқликдан фикран най ўқи бўйлаб  $\ell$  узунликдаги  $r$  радиусли цилиндр ажратиб оламиз (2-расм).

Ажратилган цилиндрнинг ташки сиртига, (18) формулага асосан, куйидаги ички ишқаланиш кучи таъсир қилади:

$$F = 2\pi\ell\eta\frac{d\vartheta}{dt} \quad (19)$$



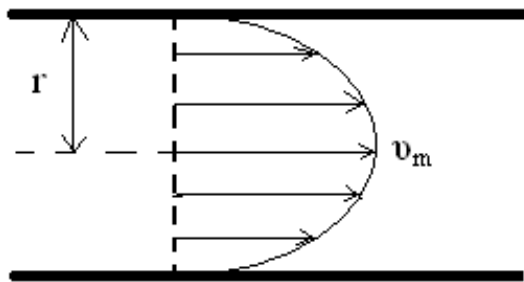
2 - расм

бу ерда  $2\pi r\ell$  - цилиндрик қатламнинг ён сирти,  $\frac{d\vartheta}{dt}$  - тезлик градиенти.

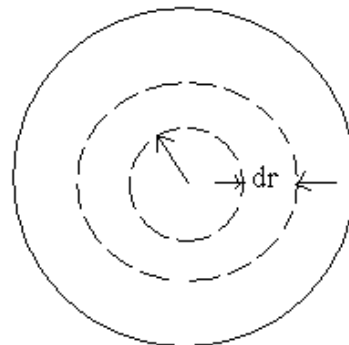
Ажратиб олинган цилиндрик қатлам ён сиртининг ҳар бир нуқтасида оқим тезлиги доимийдир, чунки (19) формула билан ифодаланувчи куч цилиндр асосларидаги босимлар фарқи билан мувозатланади, яъни

$$2\pi r\ell \eta \frac{d\vartheta}{dt} + (P_1 - P_2)\pi r^2 = 0$$

бундан  $d\vartheta = \frac{(P_1 - P_2)}{2\pi\ell} \cdot r dr$



3- расм



4- расм

Бу ифодани интегралласак,  $\vartheta$  учун

$$\vartheta = \frac{(P_1 - P_2)}{4\eta\ell} \cdot r^2 + c \quad (20)$$

ни ҳосил қиламиз. Найнинг деворида  $r = R$  ва  $\vartheta = 0$  бўлиб, (20) га келтириб қўйсак:

$$\vartheta = \frac{P_1 - P_2}{4\eta\ell} (R^2 - r^2) \quad (21)$$

(21) га асосан тезлик най кесими бўйича квадратик конун асосида девор яқинидаги ( $r = R$ ) ноль қиймати ( $v = 0$ ) дан най ўқидаги ( $r = 0$ )

$$v_{\max} = \frac{P_1 - P_2}{4\eta\ell} R^2$$

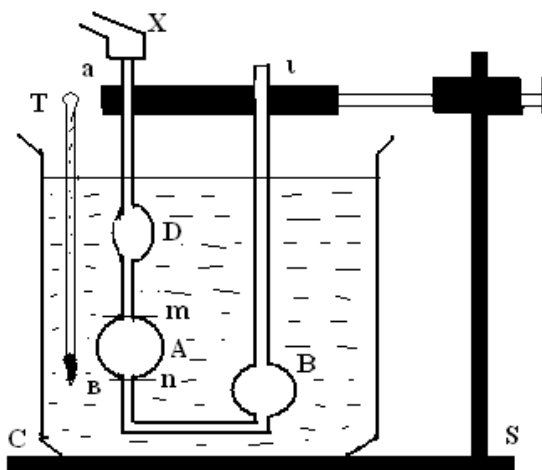
максимал қийматигача ўсади. Бу ўзгаришни 3 - расмдан кўриш мумкин. Суюқликни най кесими бўйича оқиш тезлигини ўзгариш конуни (4) ни билган холда найдан вақт ичида оқиб чиқадиган суюқлик ҳажмини ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун  $r$  радиусли халқани  $dr$  қалинликдаги халқачаларга (4-расм) ажратамиз. Бундай  $dr$  қалинликдаги халқанинг кесимидан вақт бирлигида оқиб чиқадиган суюқлик ҳажми

$$dV = ds \cdot v = 2\pi \cdot r dr \cdot v$$

га тенг. Барча кесимлардан оқиб чиқадиган суюқлик ҳажмини аниқлаш учун бу ифодани 0 дан  $R$  гача интеграллаймиз:

$$V = \int_0^R 2\pi r v dr = \frac{\pi R^2}{8\eta \cdot \ell} (P_1 - P_2) \quad (22)$$

Ҳосил бўлган ифода Пуазейль формуласи деб аталиб, у вақт бирлиги ичида барча кесимлардан оқиб чиқадиган суюқлик ҳажмини ифодалайди.



5-расм

Ушбу формулага асосан  $t$  вақт ичида оқиб чиқадиган суюқлик ҳажми топилади:

$$V = \frac{\pi R^4}{8\eta\ell} (P_1 - P_2) \cdot t \quad (22)^I$$

Ишнинг мақсади (22) формуладан фойдаланиб, суюқликнинг ички ишқаланиш коэффициентини аниқлашдан иборат. Ушбу мақсадда ишлатиладиган асбоблар вискозиметрлар деб аталади. Кўпчилик ҳолларда вискозиметрларда ўлчамлар оқими тезлигининг қовушқоқликка боғланиши (22) формула Пуазейль конуни билан ифодаланувчи суюқликнинг капилляр найдан оқиб ўтишини кузатишга асослангандир. Бу ишда фойдаланиладиган қурилма 5-расмда кўрсатилган. У сувли шиша идиш – С термостат ичига туширилган « $ab\ell$ » вискозиметрдан, Т термометрдан ва S штативдан иборатдир. Вискозиметр  $V$  найдан иборат бўлиб, унинг « $ab$ » чап тирсагида А ва D резервуарлар бор. А резервуар тагига в капилляр най пайвандланган. Капиллярнинг пастки учи ўнг тирсакдаги текшириладиган суюқлик қуйиладиган В резервуар билан туташтирилган бўлади. В резервуардаги суюқлик А резервуарга сўриб олинади. Унинг юқори ва пастки учларида  $m$  ва  $n$  тамғалар бўлиб, тажрибада бу тамғалар орасидан суюқликнинг оқиб чиқиш вақти ўлчанади. (22) формуладан фойдаланиб, бундай вискозиметрлардан суюқликнинг нисбий ички ишқаланиш коэффициентини аниқлаш мумкин. Агар иккита суюқлик олиб (улардан бирига тегишли катталикларга 0 индекс, иккинчисига 1 индекс қўямиз), айти бир капиллярдан ( $\ell$  ва  $R$  лар бирдай) уларнинг бирдай  $V$  ҳажмларининг оқиб чиқиши учун кетган вақтлари  $t_0$  ва  $t_1$  деб олсак, (22) формулага асосан қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$V_0 = \frac{\pi R^4}{8\eta\ell} (P_1 - P_2)t_0 \quad \text{ва} \quad V_1 = \frac{\pi R^4}{8\eta\ell} (P_1 - P_2)t_1 \quad (23)$$

Уларнинг нисбатидан

$$\eta_1 = \frac{\Delta P_1 t_1}{\Delta P_0 t_0} \cdot \eta_0 \quad (23^1)$$

Қаралаётган ҳолда  $\Delta P_1$  ва  $\Delta P_0$  ҳаракатлантирувчи кучлар суюқликларнинг  $d_1 g l$  ва  $d_0 g l$  оғирлик кучларига тенг бўлганидан (23) формула

$$\eta_1 = \frac{g l d_1 t_1}{g l d_0 t_0} \eta_0 = \frac{d_1 t_1}{d_0 t_0} \cdot \eta_0 \quad (24)$$

кўринишдаги содда холга келади; бунда  $d_1$  ва  $d_0$ - суюқликларнинг зичликлари. Демак, тажрибада бевосита ўлчанувчи катталиклар суюқликларнинг оқиб чиқиш вақтларидан иборат бўлиб,  $d_1$ ,  $d_0$  ва  $\eta_0$  катталиклар тажриба шароитидаги температура учун жадвалдан олинади.

#### Ишни бажариш тартиби.

1. Тажрибани бошлашдан олдин вискозиметр сув билан яхшилаб чайиб ташланиб, унга дистилланган сув куйилади ва асбобни шовун ёрдамида вертикал урнатилади.
2. Сўнгра А найчага кийгизилган  $f$  резинка най орқали эҳтиётлик билан хавоси чиқарилган резинка шар ёрдамида D резервуар тўлгунча сув сўриб олинади. Сувнинг оқиб туриши кузатилади. Бунинг учун секундомерни сув меникси  $m$  тамғадан ўтаётган пайтда юргизиб юбориб меникс  $n$  тамғадан ўтаётганда тўхтатилади. Бу вақт А резервуар хажмидаги сувнинг капилярдан оқиб тушиш вақти  $t_0$  га тенгдир. Бундай ўлчамлар сув учун 10 марта бажарилиши керак.
3. Вискозиметрдаги сув ўрнига текшириладиган суюқлик куйилиб, юқорида баён қилинган тартибда унинг оқиб чиқиш вақти  $t_1$  ни камида уч марта ўлчанади ва олинган натижалар 1- жадвалга ёзилади.

1 жадвал

| №      | $t_{0i}$ | $t_{1i}$ | $t_i = t_1 - t_0$ | $E_i$ | $d_{1i}$ | $S_i = d_1 - d_0$ | $S_i$ |
|--------|----------|----------|-------------------|-------|----------|-------------------|-------|
| 1.     |          |          |                   |       |          |                   |       |
| 2.     |          |          |                   |       |          |                   |       |
| 3.     |          |          |                   |       |          |                   |       |
| ўртача |          |          |                   |       |          |                   |       |

4. Шундан кейин текширилувчи суюқликнинг зичлиги  $d_1$  ни юқорида айтилганидек, жадвалдан олинади ёки ареометр ёрдамида ўлчанади.
5. Сувни С идишга туширилган Т термометрдан сувнинг харорати олиниб, унга мос келувчи сув зичлиги  $d_0$  ва сувнинг ички ишқаланиш коэффиценти  $\eta_0$  жадвалдан олинади.
6. Сувнинг  $t_0$  ва суюқликнинг  $t_1$  оқиб чиқиш вақтларини ўлчамлар бирига боғлиқ бўлмаганлигидан ички ишқаланиш коэффиценти аниқланадиган (7) формулага вақтлар ва  $d_1$  нинг ўртача кийматларини қўйиб,  $\eta_1$  ҳисобланади.

### Назорат саволлар

1. Суюқликнинг ички ишқаланиш коэффициентини аниқлашнинг яна қандай усуллари биласиз?
2.  $(23^I)$  формулани келтириб чиқаришда капилярдаги сирт таранглик кучларини ҳисобга олиш керакми?
3. Вискозиметр В резервуаридаги суюқлик сатҳи баландлиги суюқликнинг капилярдан оқиб чиқиш тезлигига таъсир кўрсатадими?

### Фойдаланилган адабиётлар.

1. С.П. Стрелков. Механика, «Ўқитувчи». Т., 1997й.
2. С.Э.Хайкин. Механиканинг физик асослари, «Фан», М., 1971й.
3. А.К.Кикоин, И.К.Кикоин. Молекуляр физика, «Ўқитувчи», Т., 1978й.
4. В.И.Иверонова . Физикадан практикум «Механика ва молекуляр физика», «Ўқитувчи», Т.,1978й.
5. Л.Л. Гольдин. Руководства к лабораторным занятиям по физике, «Наука», М., 1973г.
6. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика, М., «Наука», 1982г.

## М У Н Д А Р И Ж А

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КИРИШ.....                                                                              | 3  |
| ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР МЕХАНИКАСИ.....                                                          | 3  |
| Назарий муқаддима.....                                                                  | 3  |
| Қаттиқ жисмни иссиқликдан кенгайиш хоссаси.....                                         | 7  |
| Полимерлар деформацияси.....                                                            | 9  |
| ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ.....                                                                    | 11 |
| Эгилиш бўйича Юнг модулини аниқлаш.....                                                 | 11 |
| Ишни бажариш тартиби.....                                                               | 13 |
| Назорат саволлар.....                                                                   | 14 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ.....                                                                    | 14 |
| Қаттиқ жисмни иссиқликдан кенгайиш<br>коэффициентини аниқлаш.....                       | 14 |
| Ишни бажариш тартиби.....                                                               | 15 |
| Назорат саволлар.....                                                                   | 16 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ.....                                                                    | 16 |
| Полимерларнинг механик хоссаларини ўрганиш.....                                         | 16 |
| Ишни бажариш тартиби.....                                                               | 17 |
| Назорат саволлар.....                                                                   | 18 |
| ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ.....                                                                    | 18 |
| Суюқликнинг ички ишқаланиш коэффициентини<br>капилляр вискозиметр ёрдамида аниқлаш..... | 18 |
| Усулнинг назарияси ва экспериментал қурилма.....                                        | 20 |
| Ишни бажариш тартиби.....                                                               | 23 |
| Назорат саволлар.....                                                                   | 24 |
| Фойдаланилган адабиётлар.....                                                           | 25 |

Аҳмедов Абдумирҳаким Мирхоликович  
Хафизов Махмуджон Мамадалиевич  
Каримов Зокиржон

ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР ВА СУЮҚЛИКЛАР  
МЕХАНИКАСИДАН ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ  
БАЖАРИШ БЎЙИЧА

(МЕТОДИК КЎРСАТМА)

Мухаррир:

М.Нуртаева

Мусахҳих:

Д.Бойзокова

Босишга рухсат этилди \_\_\_\_\_

Қоғоз ўлчами 60x80 1/16

Ҳажми 1,5 б.т., 50 нусха

Буюртма № ТИМИ босмахонасида чоп этилди.

Тошкент 100000, Қори – Ниёзий кўчаси, 39 уй.