

345

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

«ҚУРИЛИШ» ФАКУЛЬТЕТИ

*«МУХАНДИСЛИК КОММУНИКАЦИЯЛАРИ ҚУРИЛИШИ ВА
СЕРВИС» кафедраси*

*«ГИДРАВЛИКА, ГИДРО ВА ПНЕВМО ЮРИТМА»
ФАНИДАН*

МУАММОЛИ
МАЪРУЗАЛАР
МАТНИ

Фарғона – 2010

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

«ҚУРИЛИШ» ФАКУЛЬТЕТИ

*«МУХАНДИСЛИК КОММУНИКАЦИЯЛАРИ ҚУРИЛИШИ ВА
СЕРВИС» кафедраси*

*«ГИДРАВЛИКА, ГИДРО ВА ПНЕВМО ЮРИТМА»
ФАНИДАН*

**МУАММОЛИ
МАЪРУЗАЛАР
МАТНИ**

“Машинасозлик технолагияси” ва “Технологик машиналар ва жихозлар”
йўналишлари талабалари учун мўлжалланган.

Институт Услубий
Кенгашида тасдиқланган
«__» _____ 2010 й.

Фарғона – 2010

Аннотация

Мазкур «Муаммоли маърузалар матни» «Транспорт воситаларини ишлатиш ва таъмирлаш» йўналиш бўйича таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган бўлиб, «Гидравлика, гидропневмо узатмалар» фани бўйича ўқув-ишчи дастурига мувофиқ 36 соатлик маъруза машъулотлари мавзуларини ўз ичига олган. Унда гидравлика, гидромашиналар, гидропневмоюритмаларнинг машинасозлик технологиясида қўлланилиш муаммолари атрофлича еритиб берилган.

Барча мавзулар бўйича таянч сўз ва ибораларнинг берилганлиги «Муаммоли маърузалар матни»дан янада самарали фойдаланиш имконини беради.

Маърузалар матни «МКҚ»
кафедраси йиғилишида кўриб
чиқилган ва мақуланган.
Мажлис баени № «__» _____ 2010 й

Маърузалар матни «Қурилиш»
факультети услубий кенгашида кўриб
чиқилган ва тасдиқланган.
Мажлис баени № «__» _____ 2010 й

Муаллифлар: катта ўқитувчи Мадрахимов М.М.

Такризчи: доцент Мадалиев Э.Ў.

Сўз боши

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришиб порлоқ келажак сари дадил одим ташламоқда. Бунда келажакимиз пойдевори бўлмиш ешлар тарбиясига, уларнинг маонавий пок, инсоний фазилатларга бой бўлган чуқур билимли етук мутахассис бўлиб етишишларига катта эотибор берилмоқда.

Еш мутахассис кадрларни тайерлаида техник адабиетларнинг, шу жумладан дарслик ва ўқув қўлланмаларининг тутган ўрни беқиедир. Лекин бугунги кунда «Гидравлика, гидропневмо узатмалар» фани бўйича мавжуд адабиетларнинг сон жихатдан ҳам, сифат жихатдан ҳам талаб даражасида эмаслиги хеч кимга сир эмас.

Бу йўналишидаги муаммоларни бироз бўлсада ҳал қилиш, «Гидравлика, гидропневмо узтмалар» фанини талабалар томонидан чуқур ўзлаштиришига эришиши мақсадида мазкур «Муаммоли маърузалар матни» тузилди.

«Муаммоли маърузалар матни» биринчи бор ўзбек тилида езилганлиги учун унда хато ва камчиликларнинг бўлиши эҳтимолдан холи эмас. Бу тўғрида фикр – мулохазаларини билдирган талаба ва ҳамкасабаларимизга олдиндан ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

Муаллиф.

I - МАЪРУЗА

МАВЗУ: Кириш. Суюқликларнинг асосий хоссалари

РЕЖА:

1. Фаннинг мақсади.
2. Фаннинг ривожланиш тарихи.
3. Фаннинг тутган шри.
4. Суюқликларнинг асосий хоссалари.

Гидравлика, гидропневмо узатмалар фани суюқликларнинг мувозанат ва ҳаракат қонунлари, суюқлик ички қучлари ва суюқликларнинг бошқа жисмларга таъсирини ўрганади. Гидравликанинг мувозанат қонунлари ва уларнинг амалий масалаларнинг ечиш учун қўллайдиган бўлими *гидростатика* дейилади.

Суюқларнинг ҳаракат қонуниятлари, суюқликлар оқими ва унинг чегараловчи деворга таъсирини ўрганадиган бўлими *гидродинамика* дейилади.

Суюқлик ёрдамида иш бажарувчи машиналарга гидромашиналар дейилади.

«Гидравлика» фани қадимий фан бўлиб жуда қадимдан ривожланиб келинган. Эраимиздан олдинги III асрда Архимед ўзининг

«Сузувчи жисмлар ҳақида» деган асарини ёзади. XV асрда Леонарда до Винчи «Сувнинг ҳаракати ва унинг ўлчаш» ҳақида деган асарини ёзади.

Юқоридаги ишларни Галелей, Торичелли, Стивен, Паскал, Гюгенс, Ньютон ва бошқалар давом эттирадилар. Гидродинамиканинг кейинги тараққиёти Петербург академиясинг академиклари Бернулли ва Эйлер ишларида намоён бўлади.

XIX асрга келиб Шези, Вейсбах, Дарси, Вентури, Рейнольдс ва бошқалар суюқлик ҳаракатидаги гидравлик қаршиликларни тадқиқ этдилар.

XIX аср охири XX аср бошқаларида «Суюқликларнинг уюрмалари ҳаракати» ҳақида С.Громко, «Гидродинамик ёғлаш назарияси» ҳақида Н.П.Петров. Суюқларнинг беқарор ҳаракати назарияси ҳақида Жуковский ишлари гидромеханиканинг ривожланишига катта хисса қўшди.

Кейинчалик Христианович, Чугаев Р., Башта Г.М., Рахматуллин Х.А., Седов Л.И. Алтшулр, Файзуллаев Д. ва бошқалар ишлари гидравликанинг ривожланишига катта таъсир кўрсатади. Н.Е.Жуковский, С.А.Чаплигин ва Н.Е.Кочинлар замонавий аэродинамика ва газ динамикасининг асосчилари бўлиб, улар ҳозирда самолет ва ракеталар ҳаракатини ўрганишда катта рол ўйнайди. Ҳозирги замон

Таянч сўз ва иборалар

Гидростатика, гидродинамика, ички қучлар, ташқи қучлар, суюқликлар, зичлик, сиқилувчанлик, епишқоқлик, гидромашиналар, пневмоюритмалар, ҳажм, температура, босим.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

Замонавий техникаларда гидравлик жараёнлар кенг қўлланилади, бунга сабаб нима?

саноати ва техникасида ўзбек олими Х.А.Рахматуллин асос солган кўп фазали муҳитлар гидродинамикаси муҳим аҳамиятга эга.

Қадимда буюк мутафаккир ватандошимиз Ахмад Ал-Фарғоний очик ўзанларда сувнинг сарфини ўлчашни қулай усуллари яратган.

Кейинчалик суюқликларнинг мувозанат ва ҳаракат қонунлари икки йўналиш бўйича тараққий қила бошланди. Булардан бири тажрибаларга асосланган гидравлика бўлса, иккинчиси назарий механиканинг мустақил бўлими сифатида тараққий қила бошлаган назарий гидромеханика эди.

Хозирги замон суғориш системасини, химия саноати, қурилиш материаллари ишлаб чиқариш корхоналарини, машиналар ва техникаларнинг бир қанча соҳаларини насослар, компрессорлар, гидроузатмалар ва бошқа гидромашиналарсиз тасаввур қилиб бўлмайди.

Гидравлика ва гидромашиналар тараққиётининг истиқболлари янада қувватлироқ ва фойдали иш коэффициентлари юқорироқ насослар, турбиналар, гидродвигателлар, гидроаппаратуралар ва гидроузатмалар яратиш ва уларни амалда жорий этишидан иборат.

Суюқликларнинг асосий хоссалари

Жуда кичик миқдордаги кучлар таъсирида ўз шаклини ўзгартирувчи физик жисмлар *суюқликлар* дейилади.

Гидравликада суюқлар: 1) томчиланувчи суюқликлар;
2) газсимон суюқликларга бўлинади.

Томчиланувчи суюқликлар бир қанча хусусиятга эга:

- 1) хажми босим таъсирида жуда кам ўзгаради;
- 2) харорат ўзгариши билан хами оз миқдорда ўзгаради;
- 3) чўзувчи кучларга деярли қаршилик кўрсатмайди;
- 4) сирт таранглик кучи мавжуд бўлади.

Газлар суюқларга нисбатан босим ва температура таъсирида хажмини тез ўзгартиради.

А) Суюқликларга таъсир қилувчи кучлар

Суюқликларга таъсир қилувчи кучлар қуйилиш усулига қараб ички ва ташқи кучларга ажралади:

а) ички кучлар-суюқлик заррачаларининг узаро таъсири натижасида вужудга келади;

б) ташқи кучлар-суюқликка бошқа жисмларнинг таъсирини ифодалайди.

Ички кучлар силжитувчи кучларга қаршилик сифатида намоён бўлади ва ички ишқаланиш кучи дейилади.

Ташқи кучларни юза бўйича ва хажми бўйича таъсир қилувчи кучларга бўйламит. Юза бўйича таъсир қилувчи кучларга юзаки кучлар дейилади. Юзаки кучларга – сиртга таъсир қилувчи кучлар киради. Уларга босим кучи, сирт таранглик кучи, идишнинг реакция кучи, ички ишқаланиш кучлари киради. Хажм бўйича таъсир қилувчи кучлар масса кулар дейилади, бу кучлар хажмнинг хар бир заррасига таъсир қилади. Уларга оғирлик ва инерция кучлари киради.

Б) Сууюқликларда босим

Сууюқликларга таъсир қилувчи асосий кучлардан бири гидростатик босимдир. Уни тушунтириш (плакат асосида). Гидростатик босим деб юзага таъсир қилувчи кучга айтилади:

$$P_{yp} = \frac{F}{S} \left[\frac{H}{m^2} \right] \quad (1)$$

$$P = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{F}{S} \quad (2)$$

бу ерда P – босим, F – юзага таъсир этувчи куч, S – юза.

Сууюқликларнинг асосий физик хоссалари

1. Солиштирма оғирлик. Сууюқликнинг хажм бирлигига тенг миқдорнинг оғирлиги сууюқликнинг *солиштирма оғирлиги* дейилади:

$$\gamma = \frac{G}{V} \left[\frac{H}{m^3} \right] \quad (3)$$

бу ерда G – оғирлик, V – хажм.

Солиштирма оғирлик хажми аввалдан маълум бўлган турли идишлардан сууюқликларни оғирликларини ўлчаш билан ёки ареометрлар ёрдамида аниқланади. Солиштирма оғирлик босим ва температураларга боълиқ бўлиб, улар ўртасидаги муносабат идеал газлар учун қуйидагича

$$\gamma = \frac{P}{RT}; \quad (4)$$

R -газ доимийси, P – босим, T – температура.

2. Солиштирма хажм. Сууюқликнинг оғирлик бирлигидаги миқдорининг хажми *солиштирма хажм* дейилади ва хажмни оғирликка бўлиш йули билан аниқланади:

$$\vartheta = \frac{V}{G} \left[\frac{m^3}{H} \right] \quad (5)$$

$$\vartheta = \frac{1}{\gamma}; \quad P\vartheta = RT; \quad \vartheta = \frac{RT}{P} \quad (6)$$

3. Зичлик. Сууюқликнинг хажм бирлигига тўъри келган тинг ҳолатдаги массаси унинг зичлиги деб аталади:

$$\rho = \frac{M}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad (7)$$

4. Сууюқликларнинг иссиқликдан кенгайиши. Сууюқликнинг харорати ўзгариши билан хажми ўзгариш сууюқликнинг иссиқликдан кенгайиши дейилади, ва температура коэффиценти билан ифодаланади.

$$\beta_t = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[\frac{1}{град} \right] \quad (8)$$

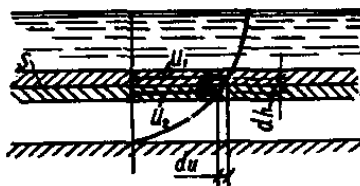
$$\Delta t = t - t_0 \quad \Delta V = V - V_0$$

5. Сууюқликларнинг сиқилиши. Сууюқликнинг сиқилишини ҳисобга олиш учун хажмий сиқилиш коэффицент деган тушунча киритилади. Бирлик хажмидаги сууюқликнинг босимини бир бирликка оширганда камайган миқдори хажмий сиқилиш коэффиценти дейилади.

$$\beta_\rho = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \rho} \left[\frac{m^3}{H} \right]; \left[\frac{1}{Па} \right] \quad \Delta V - \text{ўзгарган хажм.}$$

$$\Delta \rho = \rho - \rho_0$$

6. Суяқликнинг қовушқоқлиги. Суяқликнинг қовушқоқлик хоссаси суяқлик ҳаракатга келган пайтда намоён бўлади.



1-расм. Суяқлик епишққлиги

Суяқликнинг қовушқоқлиги деб унинг заррачалари узаро нисбий силжишларига қаршилик кўрсатиш қобилиятига айтилади (плакатдан тушунтирилади)

$$T = \pm S \mu \frac{du}{dy}$$

$$\tau = \frac{T}{S} = \mu \frac{du}{dy} \quad [ПаС] \quad (9)$$

$$\mu = \tau \frac{du}{dy}$$

$$1 \text{ ПаС} = 0,102 \frac{кгс \cdot с}{м^2} = 10 \text{ Пуаз}$$

μ - қовушқоқликнинг динамик коэффициентини; $\mu = \nu \cdot \rho$

$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ - қовушқоқликнинг кинематик коэффициентини

ν - [Ст] – стокс

$$1 \text{ ст} = 1 \frac{1 \text{ см}^2}{с} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}; \quad 1 \text{ ст} = 100 \text{ сст} \quad (10)$$

Назорат учун саволлар.

1. Гидравлика нимани ўрганади.
2. Гидравликанинг тарихий ривожланиши.
3. Гидромашиналар ва гидропневмаюритмалар фанинг тутган ўрни.
4. Суяқликка таъсир этувчи кучлар.
5. Суяқликларда босим.
6. Суяқликнинг солиштирма оғирлиги, зичлиги?
7. Суяқликнинг иссиқликдан кенгайиши.
8. Суяқликларнинг сиқилувчанлиги.
9. Суяқликларнинг қовушқоқлиги.
10. Ал-Фарғонийнинг гидравликадаги ўрни нимада?
11. Х.А.Рахматулиннинг аэрогидродинамика фанида тутган ўрнини айтинг?

II - МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидростатика

РЕЖА:

1. Сууюклик босимининг хоссалари.
2. Сууюклик мувозанатининг Эйлер дифференциал тенгламаси.
3. Текис сиртга таъсир қилувчи босим.
4. Эгри сиртга таъсир қилувчи босим.
5. Жисмнинг сузиши. Архимед қонуни.

1. Сууюклик босимининг хоссалари.

Гидравликанинг сууюқлар мувозанат қонунларининг ўрганадиган бўлими гидростатика деб юритилади.

Гидростатика босим иккита асосий хоссага эга:

1 – хосса - *гидростатика босим*. У таъсир қилаётган юзага нормалр бўйича йўналган бўлади. (плакатдан тушунилади)

2 – хосса - *гидростатик босим*. У таъсир қилаётган нуктда ҳамма йўналишлар бўйича бир хил қийматиға эга

2. Сууюкликнинг мувозанатининг Эйлер дифференциал тенгламаси.

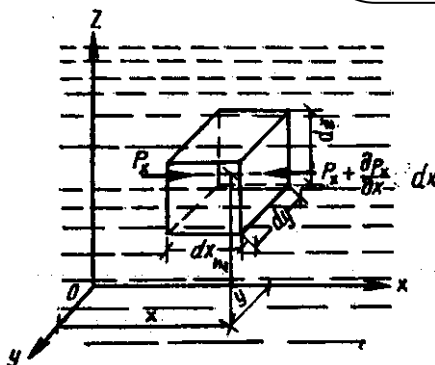
Мувозанат ҳолатдаги сууюқликларга босим ва оғирлик кучи таъсир қилади. Қурилаётган сууюқликдан тамонлари dx , dy , dz бўлган параллелолипед ажратиб олайлик

Таянч сщз ва иборалар

Босим, гидростатик босим, оғирлик кучи, дифференциал, Паскаль қонуни, Архимед қонуни, текис, эгри сирт, оғирлик маркази, босим маркази, инерция моменти, гидростатик машиналар.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириы.

Сув ости кемаси сувга чўкиши ва кўтарилиши, тез амалга оширилади, сизнингча улар қандай амалга оширилади?



2-расм. Сууюқликка таъсир этувчи кучлар

Бу ерда сууюқликка таъсир қилувчи кучларнинг мувозанат ҳолатини текшираимиз. Оғирлик кучининг проекциялари $\rho X dV$, $\rho Y dV$, $\rho Z dV$

ОХ ўқи бўйича сууюқликка P унга параллел бўлган сиртга эса $P + \frac{\partial P}{\partial x}$ га тенг босимлар таъсир қилсин. Бу сиртларга таъсир қилувчи босим

кучлари $Pdydz$ ва $(P + \frac{\partial p}{\partial x})dydz$ ларга тенг олинган элементар хажм ОХ ўқи бўйича мувозанатда бўлиши учун бу ўқ бўйича йўналган кучлар йиьиндиси нолга тенг бўлиши керак

$$Pdydz - (P + \frac{\partial p}{\partial x} dx)dydz - \rho X dx dy dz = 0 \quad (1)$$

худди шу каби ОУ ўқи бўйича

$$P dx dz - (P + \frac{\partial p}{\partial x} dy) dx dz - \rho Y dx dy dz = 0 \quad (2)$$

ОZ ўқи бўйича

$$P dx dy - (P + \frac{\partial p}{\partial x} dz) dx dy - \rho Z dx dy dz = 0 \quad (3)$$

(1) тенгламани $dydz$ га, (2) тенгламани $dx dz$ га, (3) тенгламани $dx dy$ га бўлиб ўхшаш хадларни ихчамласак

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} dx - \rho X dx &= 0 \\ \frac{\partial p}{\partial y} dy - \rho Y dy &= 0 \\ \frac{\partial p}{\partial z} dz - \rho Z dz &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Хосил бўлади бундан

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} &= \rho X \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= \rho Y \\ \frac{\partial p}{\partial z} &= \rho Z \end{aligned} \right\} \quad - \text{Эйлер мувозанат дифференциал тенгламалари}$$

3. Босими тенг сиртлар. Эркин сирт. Эйлер тенгламаларини интеграллаш учун уни кулай шаклга келтиришда (4) тенгламасини хадма хад кушамиз

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = \rho(X dx + Y dy + Z dz) \quad (5)$$

$$dP = \rho(X dx + Y dy + Z dz)$$

$P = \text{const}$ бўлганда

$$dP = 0,$$

$$X dx + Y dy + Z dz = 0,$$

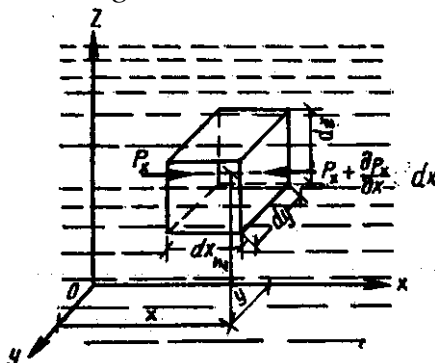
$$X = 0,$$

$$Y = 0,$$

$$Z = -g.$$

Гидростатиканинг асосий тенгламаси

Тинч тўрган идишдаги суюқликни қараймиз. Бу суюқликка оғирлик кучи таъсир этади. Кушаётган суюқликнинг эркин сиртидан масофода жойлашган бирор А нуқтани кўрайлик $X=0, Y=0, Z=-g$.



3-расм. Гидростатиканинг асосий тенгламасига оид.

Гидростатик босим P , суюқликнинг эркин сиртидаги босими P_0 бўлсин, у ҳолда гидростатиканинг асосий тенгламаси қуйидагига ёзилади

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

$dp = -\rho g dz$ интегралласак

$$P - P_0 = \rho g (z - z_0); \quad z - z_0 = h$$

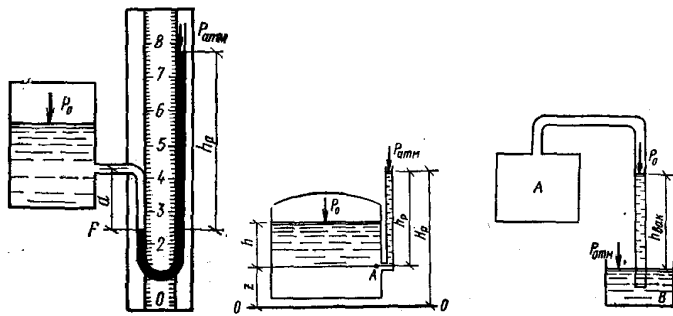
$$P = P_0 + \rho g h = P_0 + \gamma h$$

$$P = P_0 + \gamma h$$

Босим ўлчаш асбоблари

1. Суюқликли босим ўлчовчи асбоблари:

- а) *пъезометрлар* – идишдаги босим унга уланган шиша найчада текширалаётган суюқликнинг кутарилишига қараб аниқланади;
- б) *суюқлик U - симон манометрлари* – текширалаётган суюқлик билан эмас, симоб устуни билан босим ўлчанади;



4-расм. Суюқликли манометрлар.

в) *дифференциал манометрлар* – икки идишдаги босимлар фарқини ўлчаш учун ишлатилади;

г) *микроманометрлар* – жуда кичик босимларни ўлчаш учун микро манометрлар ишлатилади. Микро манометрда сатҳини сезиларли бу лиши учун суюқлик тулдирилган идишга найча қия бурчак остижа уланган: $P = \gamma h$ бўлган учун $P = \gamma h \sin \alpha$

д) *вакуумметрлар* – атмосфера босимидан кам босимлар ўлчанади.

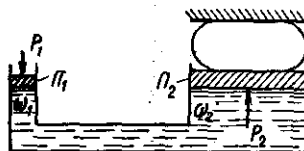
II. Механик босим ўлчовчи асбоблар. Катта босимларни ўлчаш учун ишлатилади ва бунинг учун турли механик системалардан фойдаланади:

- а) *пружинали манометрлар;*
- б) *мембронали манометрлар.*

Паскал қонуни. Гидростатик машиналар

Ёпиқ идишдаги суюқликка ташқаридан берилган босим суюқликнинг ҳамма нуқталарига бир хил миқдорда (ўзгаришсиз) тарқалади. Гидростатик машиналар юқоридаги Паскал қонуни бўйича ишлайди. Бу гидростатик машиналарга гидропресс, домкратлар гидрокутаргичлар, гидроаккумуляторлар, хажмий гидроюритмалар ва хоказолар

$$\frac{P_1}{S_1} = \frac{P_2}{S_2}$$



5-расм. Гидравлик прес
Текис сиртга таъсир қилувчи босим

а) Гидростатик ьайритабийлик (парадокс)

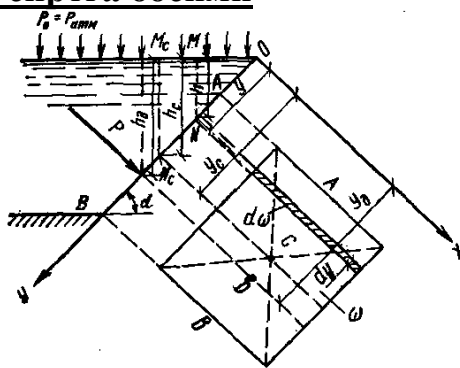
Гидростатиканинг асосий тенгламасига асосан

$$P = P_0 + \gamma h$$

Идиш турбига таъсир қилаётган босим кучи $P = \gamma h S$

Барча идишларда суюқлик турбига бўлган босим кучи идишнинг шакли ва босим хосил қилган суюқликнинг миқдордан катойи назар тенг бўлади.

б) Суюқликнинг қия сиртга босими



6-расм. Суюқликнинг қия сиртга таъсири

Гидростатиканинг асосий тенгласидан дифференциал формуласи

$$dP = (\gamma h + P_0) dS$$

$$P_s = \int_S \gamma h dS + \int_S P_0 dS = \gamma \int_S h dS + P_0 \int_S dS$$

$$h = Y \sin \alpha$$

$$P_s = \gamma \sin \alpha \int_S Y dS + P_0 \int_S dS$$

агар $h = y \sin \alpha$

эканлигини ҳисобга олсак:

$$P_s = \gamma \sin \alpha \int_{(S)} y dS + p_0 \int_{(S)} dS$$

бу ерда $\int_{(S)} y dS$ - сиртнинг Ox ўқига нисбатан статик моменти.

$$\int_{(S)} y dS = S y_{o.m}$$

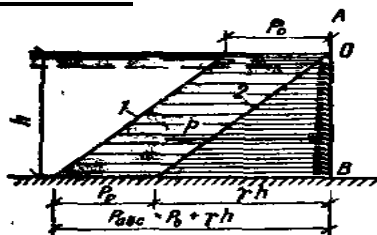
$$y_{o.m} \sin \alpha = h_{o.m}$$

Демак $P_s = S(\gamma h_{o.m} + p_0)$

Агар тўлиқ босим кучини атмосфера босими ва чегирма босимдан иборат десак

$$P_s = P_u + P_a, \quad P_u = \gamma h_{o.m} S, \quad P_a = P_0 S$$

в) Босим марказини топиш



7-расм. Босим эпюраси

Чегирма босим тенг таъсир этувчисининг куйилиш нуқтаси босим маркази дейилади (плакатдан кўрсатилади). Босим марказининг координатаси $Y_{б.м}$ деб сирга таъсир қилаётган моментни аниқлаймиз.

$$P \cdot y_c = \int_{(S)} dPy = \int_{(S)} \gamma h dS \cdot y$$

Расмдан

$$h_{о.м} = y_{о.м} \sin \alpha, \quad h = y \cdot \sin \alpha$$

$$S \cdot y_{о.м} \gamma_{б.м} \int_{(S)} y^2 dS = I_x$$

бу ерда $I_x = \int_{(S)} y^2 dS$ - қурилаётган сиртнинг Ox уққа нисбатан инерция momenti. Y холда босим марказини топамиз:

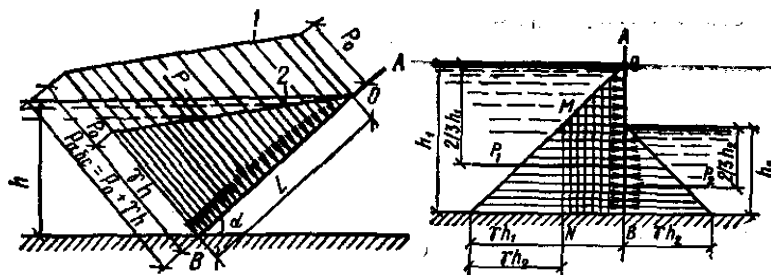
$$y_{б.м} = \frac{I_x}{S \cdot y_{о.м}}$$

Инерция моментини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$I_x = I_{о.м} + S \cdot y_{о.м}^2$$

бу ерда $I_{о.м}$ - қурилаётган юзанинг унинг охирлик марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция momenti.

$$Y_{Б.М} = Y_{о.м} + \frac{I_{о.м}}{S \cdot y_{о.м}}$$



8-расм. Босим кучини тенг таъсирини топиш

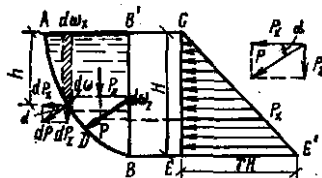
Эгри сиртларга таъсир қилувчи босим

Бирор dS юзага берилаётган босим dP ни топиш учун горизонтал ва вертикал ташкил этувчиларни топамиз $dP_x = dP \cos \alpha = \gamma h dS \cos \alpha$. Иккинчи томондан $dS \cos \alpha = dS_y$ бўлгани учун $dP_x = \gamma h dS_y$

$$P_x = \int_{S_y} \gamma h dS_y = \gamma \int_{S_y} h dS_y; \int_{S_x} h dS_y - \text{юзанинг } OZ \text{ ўққа нисбатан статик моменти, шунинг}$$

$$\text{учун } \int_{S_y} h dS_y = S_y h_0; P_x = \gamma h_0 S_y$$

Энди эгри сиртга тушадиган босимнинг вертикал ташкил этувчисини топамиз (расмдан)



9-расм. Эгри сиртга таъсир этувчи кучлар

$$dP_y = dP \sin \alpha = \gamma h dS \sin \alpha$$

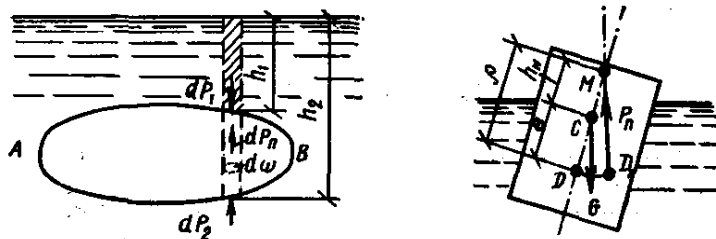
$$P_y = \int_{S_x} \gamma h dS_x = \gamma \int h dS_x = \gamma W$$

Бу ерда W - эгри сирт, унинг чегарасидаги вертикал ва эркин сиртлар орасидаги хажмдан иборат бўлиб босувчи хажм деб аталади

$$P_y = Q\gamma W = \gamma h_2 S_x + G$$

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$$

Архимед қонуни. Жисмининг сузиши



10-расм. Суюқликдаги жисмга таъсир этувчи кучлар

$$P_1 = \gamma_c h_1 w$$

$$P_2 = \gamma_c h_2 w$$

Цилиндрнинг оғирлиги

$$G = \rho_u q (h_2 - h_1) w = \gamma_u h w$$

Мувоzanат тенгламаси

$$P_2 - P_1 - G = 0$$

$$\gamma_c h_2 w - \gamma_c h_1 w - \gamma_w h w = 0$$

$$(h_2 - h_1) \gamma_c w - \gamma_w h w = 0$$

$$h \gamma_c w - \gamma_w h w = 0 \quad \gamma_c = \gamma_w$$

Демак жисм тинг туриш ёки сузиши учун $\gamma_c = \gamma_w$ бўлиши керак $P_2 - P_1 = P$ десак, бу Архимед кучи

- 1) агар $P > G$ бўлса Архимед кучи юқорига йўналган;
- 2) $P < G$ бўлса Архимед кучи паста йўналган.

Суюқликка ботирилган жисмининг кутарувчи кучи, жисмининг суюқликка ботган қисмидаги хажмига тенг бўлган суюқликнинг оғирлиги тенг.

Назорат учун саволлар:

1. Гидростатика нимани ўрганади.
2. Суюқлик босимининг хоссалари.
3. Суюқлик мувозанатининг Эйлер дифференциал тенгламалари.
4. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.
5. Текис сиртга таъсир қилувчи босим кучи.
6. Эгри сиртга таъсир этувчи босим кучи
7. Босим маркази нима у қандай қўйилган.
8. Гидростатик машиналар.
9. Паскал қонуни.
10. Архимед қонуни.

III - МАЪРУЗА

МАВЗУ: Суюқлик кинематикаси ва динамикаси

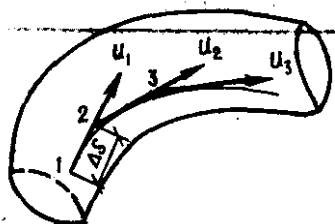
РЕЖА:

1. Суюқликни ҳаракат турлари.
2. Оқим турлари.
3. Ўртача тезлик, сарфнинг узлуksизлик тенгламаси.

Гидравликнинг суюқликлар ҳаракат қонунлари ва уларнинг ҳаракатланаётган ёки ҳаракатсиз каттик жисмлар билан узаро таъсирини ўрганувчи бўлими гидродинамика дейилади.

Суюқликнинг ҳаракат қонуниятини ўрганишни соддалаштириш учун ҳаракатдаги оқимча тушунчаси киритилади. Суюқлик зарралари вақт ўтиши билан босим ва тезлигини ўзгартиради, лекин маълум бир эгри чизиқ бўйлаб йўналади, бу эгри чизиқ *оқим траекторияси* дейилади.

Траектория бўйлаб ҳаракатланаётган зарраларнинг ҳар бир ҳаракат нуқталарига уринма ўтказсак, бу ўринмалар уларнинг тезлик векторлари йўналишига тўғри келади. Бу векторлар йиғиндиси *оқим чизиғи* дейилади.



11-расм. Оқим ва оқим трубкиси.

Ҳаракатдаги суюқликка контури ёрдамида кичик оқим ажратиб бу контурнинг ҳар бир нуқтасидан оқим чизиғини ўтказсак *оқим трубкиси* ҳосил бўлади.

Оқимнинг барқарор ҳаракати. Агар ҳаракатдаги суюқликнинг ҳаракат параметрлари (босим, тезлиги) шу оқимнинг фақат координаталаригагина боғлиқ бўлса яъни $P = f_1(x, y, z)$, $V = f(x, y, z)$ бўлса бундай ҳаракат барқарор ҳаракат дейилади.

Оқимнинг беқарор ҳаракати. Ҳаракат вақтида суюқлик оқибатган фазонинг ҳар бир нуқтасида тезлик ва босим вақт ўтиши билан ўзгариб турса, беқарор ҳаракат дейилади. Беқарор ҳаракатда босим ва тезлик $P = \varphi_1(x, y, z, t)$; $V = \varphi_2(x, y, z, t)$ бўлади.

Босимли ва босимсиз ҳаракат. Суюқлик оқибатига босимнинг таъсирига қараб босимли ва босимсиз ҳаракатлар бўлади.

Таянч сўз ва иборалар

Барқарор, беқарор ҳаракатлар, оқим кесими, ҳисланган периметр, гидравлик радиус, тезлик, сарф, оқим траектория, оқим чизиғи, ўртача тезлик, узлуksизлик тенгламаси.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Барқарор ва беқарор ҳаракатлар суюқлик ҳаракатига турлича таъсир қилади, нима учун?
2. Гидравлик ҳисоблашларда гидравлик радиус аниқлана-ди, бунга сабаб нима?
3. Суюқлик сарфи ва ўртача тезлик орасида узвий боғланиш бор, бу боғланиш қандай бўлади?

Босим ва оғирлик таъсирида бўладиган ҳаракатлар босимли ҳаракат деб аталади.

Босимли ҳаракатда суюқлик ҳар томонидан деворлар билан уралган бўлиб, эркин сирт бўлмамайди. Бундай ҳаракатга босимли идишдан трубага утаётган суюқлик ҳаракати, насос билан ҳайдалаётган суюқликлар мисол бўлади.

Босимсиз ҳаракат вақтида суюқлик фақат оғирлик кучи таъсирида ҳаракат қилиб эркин сиртга эга бўлади. Бундай ҳаракатга дарё, каналлардаги сувнинг ва трубалардаги тўлмасдан оқаётган суюқликнинг ҳаракати мисол бўлади.

Оқимнинг асосий гидравлик элементарлари

Суюқлик оқимини текширишда оқим қонунларини математик ифодалаш учун уни гидравлик ва геометрик нуқтаи назаридан характерловчи:

- 1) ҳаракат кесими;
- 2) суюқлик сарфи;
- 3) ўртача тезлик;
- 4) хўлланган периметр;
- 5) гидравлик радиус каби тушунчалар киритилади.

1. Ҳаракат кесими. Суюқлик оқимини ҳаракат кесими деб шундай сиртга айтиладики, унинг ҳар бир нуқтасида оқим чизиғи нормал бўйича йўналган бўлади, яъни оқимнинг умумий оқим йўналишига нормал бўлган кундаланг кесими *ҳаракат кесими* деб аталади. Оқим ҳаракат кесимининг юзи S ҳарфи билан белгиланади.

2. Суюқлик сарфи. Вақт бирлигида оқимнинг берилган ҳаракат кесими орқали ўтган суюқлик миқдорига *суюқлик сарфи* дейилади. Сарф Q ҳарфи билан белгиланади.

$Q - [m^3/c], cm^3/c, л/с$ - ҳажмий сарф

$Q_m = \rho Q$ кг/с - массали сарф

$Q_G = \rho g Q$ Н/с - оғирлик сарфи

Ихтиёрий элементар оқимча учун элементар сарф $dQ = Udw$ га тенг. Оқим кўп элементар оқимчалардан ташкил топган учун $Q = \int_w Udw$

3. Ўртача тезлик. Суюқлик сарфнинг оқим кесимига нисбати суюқликнинг *ўртача тезлиги* дейилади.

$V = \frac{Q}{w} = \frac{\int Udw}{w}$ бундан суюқлик сарфи ўртача тезлик орқали қуйидагича

ифодаланади. $Q = Vw$

4. Хўлланган периметр. Оқим кундаланг кесимини уни чегараловчи деворлар билан чегараловчи чизиқ периметри *хўлланган периметр* дейилади.

а) тўри турбурчак нов учун

$$x = 2h + b$$

б) трапецидалр нов учун

$$x = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad m = ctg \alpha \text{ - қиялик коэффициенти}$$

в) учбурчак нов учун

$$x = 2h\sqrt{1+m^2}$$

г) цилиндрлик трубалар учун суюқлик тўлиб оққанда $x = \pi d = 2\pi r$

д) суюқлик тўлмай оққанда $x = \frac{\varphi \pi d}{360}$

5. Гидравлик радиус. Суюқлик ҳаракат кесимини (w) хўлланган периметрга

(x) нисбати *гидравлик радиус* дейилади: $R = \frac{w}{x}$

а) тўри туртбурчак новлар учун $R = \frac{w}{x} = \frac{bh}{2h+b}$

б) трапецидалр новлар учун $R = \frac{w}{x} = \frac{h(mh+b)}{b+2h\sqrt{1+m^2}}$

в) учбурчак новлар учун $R = \frac{w}{h} = \frac{mh^2}{2h\sqrt{1+m^2}}$

г) цилиндрлик трубалар учун суюқлик тўлиб оққанда:

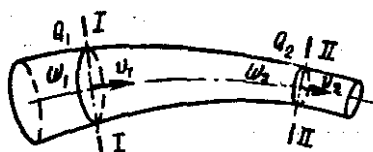
$$R = \frac{w}{h} = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{d}{4} = \frac{r}{2}$$

суюқлик тўлмай оққанда:

$$R = \frac{w}{x} = \frac{\frac{d^2}{8} \left(\frac{\varphi \pi}{180} - \sin \varphi \right)}{\frac{\varphi \pi d}{180}} = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{180 \sin \varphi}{\varphi \pi} \right)$$

Суюқликнинг узулуксизлик тенгламаси

Гидравликада суюқликлар *туташ муҳитлар* деб қаралади.



12-расм. Туташ оқим

Оқимда ҳаракат ўқи $l-l$ бўлган элементар оқимча оламиз. Бу элементар оқимчанинг 1-1 кесимдаги юзаси dS_1 ва 2-2 кесимдаги юзаси dS_2 бўлсин. Тезликлари мос равишда U_1 ва U_2 бўлсин. У ҳолда тегишли элементар сарфлар $q_1 = U_1 dS_1$; $q_2 = U_2 dS_2$

Бу ҳолда 1-1 ва 2-2 кесимлар орқали ўтувчи элементар сарфлар тенг бўлади $q_1 = q_2$: $U_1 dS_1 = U_2 dS_2$ ва 2-2 ихтиёрий бўлгани учун $U_1 dS_{11} = U_2 dS_{22} = U_3 dS_{33} = \dots = U_n dS_n = const$

Тўла оқим жуда куп элементар оқимлардан ташкил топгани учун

$$\int_{S_1} U_1 dS_1 = \int_{S_2} U_2 dS_2$$

$$\int_{S_1} U_1 dS_1 = U_1 S_1; \quad \int_{S_2} U_2 dS_2 = U_2 S_2, \text{ шунинг учун}$$

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 = V_3 S_3 = \dots = V_n S_n = \text{const} \quad - \text{узлуksизлик тенгламаси}$$

Назорат учун саволлар:

1. Сууюқлик кинематикаси деганда нимани тушунасиз?
2. Сууюқлик динамикаси деганда нимани тушунасиз?
3. Сууюқликнинг харакат турлари.
4. Оқим турлари.
5. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
6. Сууюқлик сарфи.
7. Сууюқликнинг узлуksизлик тенгламалари.
8. Оқим траекторияси, оқим трубкasi.
9. Оқимнинг бекарор ва бекарор харакати.
10. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари харакат кесими, сууюқлик сарфи, уртача тезлик, хуланган, периметр, гидравлик радиус нима?

IV- МАЪРУЗА

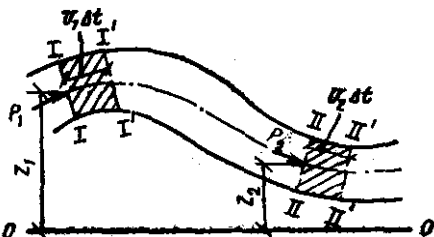
МАВЗУ: Бернулли тенгламалари

РЕЖА:

1. Идеал суюқлик барқарор харакати учун Бернулли тенгламалари.
2. Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маъноси.
3. Реал суюқлик оқими учун Бернулли тенгламаси.
4. Бернулли тенгламасини тадбиқий масалаларни ечишга қўллаш.

Идеал суюқлик оқими учун Бернулли тенгламаси

Бернулли тенгламаси гидродинамиканинг асосий тенгламаси бўлиб хизмат қилади. Бу тенглама турли кесимларда босим билан тезликни боғланишини ва энергиянинг сақланиш қонунини ифодалайди.



13-расм. Бернулли тенгламаси учун.

Барқарор харакат қилаётган суюқлик оқишидан элементар оқимча ажратиб олайлик. Шу оқимчанинг 1-1 кесимида тезлиги босими 2-2 кесимида тезлиги U_2 , босими бўлсин вақт ичида 1-1 кесимдаги заррачалар 1-1 кесимга 2-2 кесимдаги заррачалар 2 кесимга кучади. Яони $dS_1=U_1dt$ ва $dS_2=U_2dt$ йулни босиб ўтади.

Узулуксизлик тенгламасига қўра

$$dQ=U_1dw_1=U_2dw_2$$

1. Идеал суюқлик барқарор харакати учун Бернулли тенгламалари.
2. Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маъноси.
3. Реал суюқлик оқими учун Бернулли тенгламаси.
4. Бернулли тенгламасини тадбиқий масалаларни ечишга қўллаш.

Энди 1-2 ҳолатнинг 1'-2' ҳолатга ўтишдаги кесим массасининг кинетик энергиясини ўзгаришини топайлик.

Таянч сўз ва иборалар

Идеал суюқлик, реал суюқлик, кинетик энергия, потенциал энергия, пьезометрик баландлик, геометрик баландлик, тезлик баландлиги, гидростатик баландлиги, гидравлик қиялик, пьезометрик қиялик, Вентури сарф ўлчагичи.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Бернулли тенгламаси энергияни сақланиш қонунини ифодалайди, бунга сабаб нима?
2. Бернулли тенгламасини техникада кенг қўлланилади, қўлланиш соҳасини тушунтиринг?

2-

1-1` кесимлар хажми учун

$$E_{K1-1'} = \frac{mU_1^2}{2} = \frac{\rho dw_1 dS_1 U}{2}$$

2-2 кесимлар хажми учун

$$E_{K2-2'} = \frac{mU_2^2}{2} = \frac{\rho dw_2 dS_2 U_2^2}{2}$$

$$\gamma = \rho g; \quad dQ = \frac{dV}{dt} = \frac{dw dS}{dt} \quad \text{Эканидан:}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{K1-1'} &= \frac{\gamma dQ dt U_1^2}{2g} \\ E_{K2-2'} &= \frac{\gamma dQ dt U_2^2}{2g} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Кинетик энергия хақидаги теоремага асосан

$$E_{K2-2'} - E_{K1-1'} = \sum_t^{t+dt} PS \quad S - \text{йўлни ўтишдаги тўла иш}$$

Суюқлик идеал бўлгани учун фақат оғирлик кучи ва гидродинами босим таъсир этади холос.

Берилган кесимдаги оғирлик кучининг dt вақт ичида бажарган иши:

$$dG(z_1 - z_2) dt = \gamma dQ(z_1 - z_2) dt \quad (3)$$

бу ерда $dG = \gamma dw_1 U_1 = \gamma dw_2 U_2 = \gamma dQ$ оғирлик кучи 1-1 ва 2-2 кесимдаги гидродинамик босим кучи $P_1 = P_1 dw_1$ ва $P_2 = -P_2 dw_2$

Босим кучлари бажарган ишлар $A_1 = P_1 dS_1 = P_1 dw_1 U_1 dt = P_1 dQ dt$

$A_2 = P_2 dS_2 = -P_2 dw_2 U_2 dt = -P_2 dQ dt$

Демак (2) тенгламадан

$$\sum_t^{t+dt} PS = dG(z_1 - z_2) dt + A_1 + A_2 \quad (4)$$

Юқорида топилганларни (2) га куйсак

$$\frac{\gamma dQ dt U_2^2}{2g} - \frac{\gamma dQ dt U_1^2}{2g} = \gamma dQ(z_1 - z_2) dt + P_1 dQ dt - P_2 dQ dt \quad (5)$$

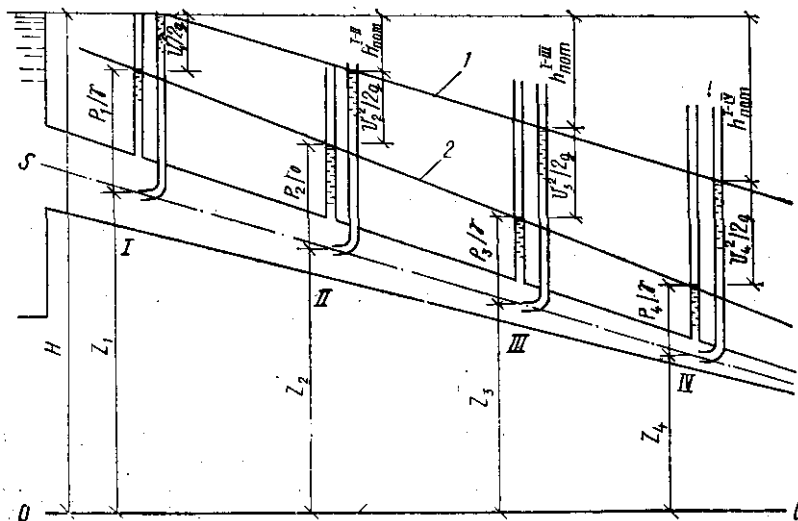
бу тенгламани $\gamma dQ dt$ га бўлиб юборсак

$$\frac{U_2^2}{2g} - \frac{U_1^2}{2g} = z_1 - z_2 + \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} \quad \text{хосил бўлади.}$$

Бу тенгламани индекслар бўйича группаласак:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} \quad (6)$$

бу тенглама идеал суюқлик элементар оқими учун Бернулли тенгламаси.



14-расм. Бернулли тенгламасини кўриниши.

Реал суюқликлар учун Бернулли тенгламаси

Реал суюқликларда ички ишқаланиш кучининг мавжудлиги учун суюқликлар тезлиги хар-хил таксимланган бўлади. Ички ишқаланиш кучи таъсирида уринма кучланиш $\tau = \frac{T}{S}$ юзага келади. Бундан ташкари суюқликларда заррачаларнинг айланма, уюрмали харакати намоён бўлади. Бу кучлар таъсирида харакат давомида энергия сарфланади. Демак хар-хил кесимларда суюқлик энергияси турлига бўлади. Суюқликнинг оқим қувватини кўрайлик оқим қуввати деб харакат кесими юзасидан вақт бирлигида утган энергия миқдориди айтилади:

$$dN = gh dQ_m = g \left(z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \right) \rho V dw \quad (1)$$

бу элементар оқим қуввати. Тўла оқим қуввати эса:

$$N = \rho \left(gz + \frac{P}{\rho} \right) \int_s V dS + \frac{\rho}{2} \int_s V^3 dw \quad (2)$$

бу ерда $Q = \int_s V dw$ дан фойдаланиб (2) ни ρQ га бўлсак

$$gH_{yp} = \frac{N}{QP} = gz + \frac{P}{\rho} + \frac{1}{2Q} \int_s V^3 dS \quad (3)$$

Охирги ифодани V^2 га кўпайтириб бўлсак

$$H_{yp} = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{\int_s V^3 dS}{V^3 S} = z + \frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\int_s V^3 dS}{V^3 S}$$

(5)

бу ерда - тезиклар нотекислигини ифодаловчи Кориолиус коэффициентини дейилади.

Оқимнинг иккита кесими учун кўрсак

$$H_{yp} = H_{yp-2} + \sum h_{1-2} \quad (6)$$

бу ерда $\sum h_{1-2}$ - суюкликнинг биринчи кесимдан 2-кесимга ўткандаги йўқолган (дам) босимлар йиьиндиси. (6) – формула бўйича (4) тенгламани 1-1 ва 2-2- кесимлар учун ёзсак:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_{1-2} \quad (7)$$

(7) – олинган тенглама иккита алогиди кесим учун *Бернулли тенгламаси* дейилади.

Бернулли тенгламасининг геометрик маноси

$$H = z + \frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

Бу ерда H – тўла босим баландлиги
 z - геометрик (ньювеллер) баландлик

$\frac{P}{\rho g}$ - пьезометрик ёки босим баландлик

$\alpha \frac{V^2}{2g}$ - тезлик баландлиги ёки тезлик босими

$z + \frac{P}{\rho g}$ - гидростатик босим баландлиги

Бернулли тенгламасининг физик (энергетик) маноси

Олинган (7) тенгламани g га купайтирсак

$$gz_1 + \frac{P_1}{\rho} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2} = gz_2 + \frac{P_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2} + g \sum h_{1-2}$$

Бу ерда gz_1 ва gz_2 - холатни ифодаловчи солиштирма потенциал энергия

$\frac{P_1}{\rho}, \frac{P_2}{\rho}$ - босимни ифодаловчи солиштирма потенциал энергия

$\frac{V_1^2}{2}, \frac{V_2^2}{2}$ - солиштирма кинетик энергия

$g \sum h_{1-2}$ - кесимдан 2-2 кесимга ўтишдаги солиштирма сарфланган энергия

Гидравлик ва пьезометрик қияликлар хақида тушунча

Гидравликада хисоблаш ишларини бажаришда *гидравлик* ва *пъезометрик* қияликларда фойдаланилади.

Босим чизиғини узунлик бирлигига тўғри келган пасайиши гидравлик қиялик деб аталади (плакатдан тушунтирилади)

$$i_{1-2} = \frac{\left(z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right)}{l_{1-2}} = \frac{H_{1-2}}{l_{1-2}}$$

Бу ерда l_{1-2} - биринчи ва иккинчи кесимлар орасидаги масофа:

H_{1-2} - шу масофада дам (босим)нинг камайиши.

Агар босим чизиғи эгри чизиқ бўлса:

$$i = \frac{dH}{dl} = \frac{d\left(\frac{\alpha V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + z \right)}{dl}$$

Презометрик чизиқнинг узунлик бирлигига тўғри келган пасайиши *пъезометрик* қиялик деб аталади

$$i_{p(1-2)} = \frac{\left(z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \right) - \left(z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \right)}{l_{1-2}}$$

Презометрик қиялик i_p *пъезометрик* чизиқ эгри чизиқ бўлганда

$$i_p = \frac{d\left(z + \frac{P}{\gamma} \right)}{dl}$$

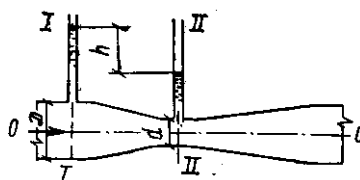
Текис ҳаракат вақтида тезлик ўзгармаса ($V_1 = V_2$) гидравлик ва *пъезометрик* қияликлар тенг бўлади $i = i_p$

Бернулли тенгламанинг тадбиқий масалаларни ечишга қўллаш

Бернулли тенгласидан суюқлик сарфини ўлчашда, босим камайишини аниқлашда кенг қўлланилади.

1. Вентури сув ўлчагичи. Бу сув ўлчагич махсус трубадан сув ўтишига асосланган бўлиб, тузулиши содда ҳаракатланувчи қисмлари йук. Бу асбоб талабга қараб вертикал ёки горизонтал жойлаштирилади.

Унинг горизонтал холдагисини кўрайлик. Вентури сув ўлчагича иккита бир хил диаметри 1 ва 2 труба ҳамда кичик d_2 диаметри труба 3 дан иборат.



15-расм. Вентури сув ўлчагичи.

Унинг 1-1 ва 2-2 кесимларига пьезометрик найчалар ўрнатилган бўлиб улардаги босимлар фарқи ни кўрсатади, труба горизонтал бўлгани учун $z_1=z_2$. У холда 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{бундан}$$

$$\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \quad \text{лекин } h = \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} \quad \text{бўлгани учун}$$

$$h = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

узлучсизлик тенгламасига асосан $V_1 = V_2 \frac{S_1}{S_2}$

у холда $h = \left[1 - \left(\frac{S_{21}}{S_{12}} \right)^2 \right] \frac{V_2^2}{2g}$

бундан 2-2 кесимдаги тезликни топамиз

$$V = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4}} \quad (1)$$

у холда суюқлик сарфи

$$Q = V_2 \cdot V_1 = S_2 \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} \quad (2)$$

Бу (2) формула идеал суюқлик учун чиқарилган. Хақиқатда икки кесим ўртасида босим пасайиши ва тезликларни кесим бўйича бир текис тарқолмаганлиги учун юқоридаги формула бўйича олинган натижа хақиқий сарфдан фарқ қилади. Шунинг учун сарф формуласига тузатма коэффициентларини киритамиз.

$$Q = \mu S_2 \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} = c \sqrt{h}$$

μ - сарф коэффициенти дейилиб хар бир сув улчагич учун алоҳида тажрибадан топилади.

$$c = \mu S_2 \frac{\sqrt{2g}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} \quad \text{- сув улчагич доимийси дейилади}$$

1. Сув ўлчагич шайба (диафрагма).

Шайбали сув ўлчагич икки труба бўлаги ўртасига ўрнатилган халқадан иборат бўлиб унинг икки айланма тешигининг чеккалари 45° бурчак остида қияланган ёки

оқиб ўтувчи оқимча шаклида силлиқланган (сопла кўринишида) бўлади. Халқанинг икки томонига икки пьезометр ёки дифференциал манометр ўрнатилган бўлиб, улар диафрагманинг икки томонидаги босимлар фарқини аниқлайди.

Сарф пьезометрлардаги суюқлик сатхларининг фарқи орқали қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$Q = C_1 \sqrt{h}$$

C_1 - коэффициент ҳар бир диафрагма учун тажриба асосида аниқланади.

Назорат учун саволлар:

1. Идеал суюқлик барқарор ҳаракати учун Бернулли тенгламалари.
2. Бернулли тенгламасининг геометрик маноси.
3. Бернулли тенгламасининг энергетик маноси.
4. Реал суюқлик оқими учун Бернулли тенгламаси.
5. Геометрик қияликлар.
6. Презометрик қияликлар.
7. Вентури сув ўлчагичи.
8. Сув ўлчагич шайба (диафрагма).
9. Бернулли тенгламасининг физик маноси.
10. Гидравлик қияликлар.

V- МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидрадинамик ўхшашликлар ва моделлаштириш

РЕЖА:

1. Механик ва математик моделлаштириш.
2. Гидродинамик ўхшашлик критерияси.
3. Суюқликларнинг ҳаракат тартиби.
4. Рейнольдс сони ва критик тезлик.

Техникада гидравлик қурилмаларни яратиш ёки табиатдаги бирор воқеани текшириш учун лаборатория шароитига унинг кичайтирилган моделлари яратилади. Моделларни ясаш ва улардан олинган натижаларни ростакан нусхага ўтказиш учун модел билан ҳақиқий ҳодиса бир-бири билан боғловчи қонуниятни билиш зарур бўлади.

Икки хил воқеанинг бир-бирига ўхшаш бўлиши учун, биринчидан уларнинг геометрик параметрлари ўхшаш бўлиши,

иккинчидан кинематик ва динамик параметрлари ўхшаш бўлиши керак.

Масалан бир ҳодиса учун узунлик ўлчамлар l_1, l_2, \dots, l_n , бўлсин биринчига ўхшаш иккинчи ҳодиса ўлчамлари l_1', l_2', \dots, l_n' ,

$$\frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \dots = \frac{l_n}{l_n'} = const \quad (1)$$

бўлса бу ҳодисалар геометрик ўхшаш бўлади. Тезлик ўлчамлари

$$\frac{V_1}{V_1'} = \frac{V_2}{V_2'} = \dots = \frac{V_n}{V_n'} = const$$

бўлса бу ҳодисалар кинематик ўхшаш бўлади.

Мазкур икки ҳодиса учун: $\frac{t_1}{t_1'} = \frac{t_2}{t_2'} = \dots = \frac{t_n}{t_n'} = const$

бўлса уларда вақт ўхшашлиги мавжуда. Юқорида келтирилган (1), (2) ва (3) нисбатларнинг тенглиги ўхшашлик доимийси дейилади ва узунлик учун a_l , тезлик учун a_v , вақт учун a_t белгилар билан белгиланади. Шунингдек тезланиш учун a_a , зичлик учун a_p , қовушқоқлик учун a_v ва ҳолозолар ўхшашлик доимийсини киритиш мумкин.

Таянч сўз ва иборалар

Механик моделлаштириш, математик моделлаштириш, геометрик ўхшаш, кинематик ўхшаш, динамик ўхшаш, ламинар ҳаракат, турбулент ҳаракат, Рейнольдс сони, критик тезлик, ёпишқоқлик, бетартиб ҳаракат, критик Рейнольдс сони.

Муаммоли вазият, савол ёки топширик.

1. Гидродинамик жараёнлар физик моделлаштирилади, бу нима учун зарур?
2. Суюқликнинг ҳаракат тартибини аниқланади, бундан мақсад нима?

Ўхшашлик назариясида ўхшашлик доимийлари икки ўхшаш ходиса узунгина бўмай, бир қанча ўхшаш ходисалар учун бўлса, у ҳолда улар ўхшашлик аниқловчиси дейилади.

Ўхшашлик аниқловчисининг ўхшашлик доимийсидан фарқи улар бир қанча турли ўлчамлар комбинациясининг нисбати сифатида қурилиши мумкин. Масалан:

$$\frac{V_1 l_1 v_1}{V_1' l_1' v_1'} = \frac{V_2 l_2 v_2}{V_2' l_2' v_2'} = \dots = \frac{V_n l_n v_n}{V_n' l_n' v_n'} = const$$

Агар ўхшашлик аниқловчиси оддий ўлчамлар нисбатида бўлса *симплекслар* дейилади. Агар ўхшашлик аниқловчиси мараккаб комбинациялар нисбатида бўлса *ўхшашлик критерийлари* дейилади.

Ньютоннинг II қонунини кўрамиз:

$$F_1 = m_1 \frac{dV_1}{dt_1} \quad (4)$$

$$F_2 = m_2 \frac{dV_2}{dt_2} \quad (5)$$

иккинчи ходиса учун ўхшашлик доимийлари a_f, a_m, a_v, a_t ларни киритсак (5) биринчи ходиса параметрлари орқали қуйидагича ифодаланади

$$a_f F_1 = a_m \frac{a_v}{a_t} m_1 \frac{dV_1}{dt_1}$$

ёки
$$\frac{a_f a_t}{a_m a_v} F_1 = m_1 \frac{dV_1}{dt_1} \quad (6)$$

(4) ва (6) лар ўхшашли бўлиши учун

$$C = \frac{a_f a_t}{a_m a_v} = 1 \quad \text{бўлиши керак, бундан}$$

$$\frac{\frac{F_1}{m_1} \cdot \frac{t_1}{V_1}}{\frac{F_2}{m_2} \cdot \frac{t_2}{V_2}} \quad \text{ёки} \quad \frac{F_1 t_1}{m_1 V_1} = \frac{F_2 t_2}{m_2 V_2}$$

Бу муносабатни бир неча ўхшаш ходисалар учун умумлаш тирсак, қуйидаги ўхшашлик аниқловчиси оламиз.

$$Ne = \frac{Ft}{mV} = const \quad - \quad \text{Ньютон критерияси.}$$

Гидродинамик ўхшашликни қуйидаги критериялар миқдорлар аниқлайди.

1) $St = \frac{l}{Vt}$ - Струхал критерийси ёки гомохронлик критерийси

2) $Re = \frac{Vd}{\nu}$ - Рейнольдс критерийси

3) $Eu = \frac{P}{\rho V^2}$ - Эйлер критерийси

$$4) Fr = \frac{V^2}{gl} \quad - \text{Фруд критерийси.}$$

Суюқликларнинг ҳаракат тартиби

Табиатда суюқликларнинг ҳаракати икки хил тартибда бўлади:

- а) ламинар ҳаракат;
- б) турбулент ҳаракат.

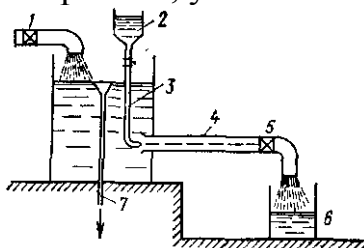
Ламинар ҳаракатда суюқлик оқимли алоҳида қатлам бўлиб ҳаракат қилади ёки суюқлик заррачаларининг ҳаракат траекториялари узаро кесишмайди («ламина» – сузи лотинча қатлам демакдир).

Турбулент ҳаракатда суюқликнинг алоҳида оқимчали ҳаракат бузилади, барча оқимчалар узаро аралашиб кетади («турбулентус» – сузи лотинча уюрмали демакдир).

1983 йилда инглиз физиги Осборн Рейнольдс табиатда суюқликларнинг икки хил тартибда ҳаракатланишини кўрсатувчи тажрибасининг натижасини ўзининг асарида намоён этди.

Рейнольдснинг уз тадқиқотида қўллаган қурилмаси ҳозирги даврича суюқликнинг икки хил ҳаракат тартибини намоиш қилишда қўлланилади. (Рейнольдс қурилмаси плакатдан ва лаборатория қурилмасида тушунтирилади).

Рейнольдс тажрибасида унча катта бўлмаган тезликда шиша трубада рангли суюқлик алоҳида қатлам бўлиб ҳаракат қилади. Аста – секин тезлик ошиши билан рангли суюқлик шиша трубадаги суюқликда тулқинлана бошлайди, тезликнинг ошира борсак ран бутун шиша труба буйлаб копланди. Биз кўрган биринчи хол ламинар ҳаракат, иккинчиси ламинардан турбулентга ўтиш оралиги, учинчиси эса турбулент ҳаракат бўлади.



16-расм. Рейнолодс қурилмаси.

Рейнольдс сони ва критик тезлик

Рейнольдс ўзининг тажрибасининг анализ қилиб қуйидаги ўлчовсиз критериясини киритди:

$$Re = \frac{Vd}{\nu} \quad (1)$$

бу ерда V - суюқликнинг ўртача тезлиги;

d - трубанинг ички диаметри;

ν - суюқликнинг кинематик ёпишқоклик коэффициентини.

(1) дан кўриняптики Рейнольдс сони суюқликнинг ҳаракат тезлигига, труба диаметрига ва суюқлик турига боғлиқ экан. Рейнольдс сони маълум қийматидан

кичик бўлса суюқлик ҳаракати ламинар, катта бўлса турбулент бўлади. Бу қиймат критик Рейнольдс сони дейилади бу 2320 тенг деб олинган $Re_{кр} = 2320$.

Тажриба ва (1) формуладан кўринадики труба диаметри ва суюқлик ёпишқоклиги ўзгармас бўлганда, суюқликнинг ўзгариши билан турдан иккинчисига алмашинади. Бу суюқлик ҳаракат тартибини алмаштирган тезлик критик тезлик дейилади:

$$V_{кр} = \frac{\nu Re_{кр}}{d} \quad (2)$$

(2) формула купинча қуйидагича ёзилади:

$$Re_{кр} = \frac{V_{кр} d}{\nu} \approx 2320$$

$$V_{кр} = \frac{2320 \cdot \nu}{d}$$

Труба диаметри урнида гидравлик радиус оладиган бўлсак: $R = \frac{w}{x}$

Цилиндрик труба учун $R = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{d}{4}$ ёки $d = 4R$

У холда $V_{кр} = \frac{2320 \cdot \nu}{d} = \frac{2320 \cdot \nu}{4R} = \frac{580 \cdot \nu}{R}$

Агар $Re \leq 2320$ - бўлса ламинар ҳаракат $Re > 2320$ бўлса турбулент ҳаракат $2320 < Re < 100000$ бўлган оралиқ квадратик қаршилик соҳагача бўлган оралиқ дейилади.

Агар $Re > 100000$ бўлса – бу оралиқ квадратик қаршилик соҳаси дейилади. Ноцилиндрик трубалар ва ўзанларда Рейнольдс сони қуйидагича ўлчанади.

$$Re = \frac{V d_{экв}}{\nu} = \frac{4VR}{\nu} d_{экв} \quad - \text{эквивалент диаметр, } d_{экв} = 4R; \quad R - \text{гидравлик радиус.}$$

Назорат учун саволлар:

1. Механик моделлаштириш.
2. Математик моделлаштириш.
3. Гидродинамик ўхшашлик критерияси.
4. Суюқликнинг ламинар ҳаракати.
5. Суюқликнинг турбулент ҳаракати.
6. Рейнольдс сони.
7. Критик тезлик.
8. Моделлаштириш нима ва унинг турлари.
9. Суюқликнинг ҳаракат тартиби.
10. Ламинар ҳаракат тартиби.
11. Турбулент ҳаракат қандай бўлади.
12. Рейнольдс сони ва критик тезлик қандай топилади.

VI – МАЪРУЗА

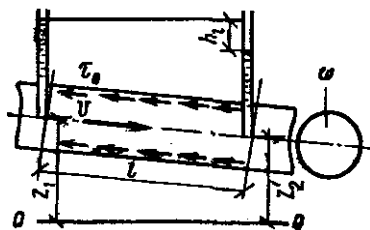
МАВЗУ: Оқим узунлиги бўйича босимнинг камайиши

Режа:

1. Сууюқликнинг текис харакатда босимнинг йўқолиши.
2. Сууюқликнинг турбулент харакатида босимнинг йўқолиши.
3. Турбулент харакатда гидравлик қаршилиқ коэффициентини топиш учун эмперик боьланишлар.
4. Сууюқликларнинг ламинар харакатга босимнинг йўқолиши.

Сууюқликнинг текис (тенг уловчи) харакатида Босимнинг йўқолиши

Сууюқликнинг текис харакатида ўртача тезлик барча кесимлар учун бир хил бўлади. Демак бу ерда босимнинг йўқолиши махалий қаршилиқларга боьлиқ бўлмай фақат сууюқликнинг оқим узунлигига боьлиқ бўлади. Горизонтал текислик билан бирор α бурчак ташкил этувчи кесим юзалари бир хил бўлган сууюқлик оқимини куриб чикайлик.



17-расм. Оқимга таъсир этувчи кучлар.

Олинган кесимимиз мувозанатда деб олсак оқим йўналиши бўйича P_1 кучи таъсир этади. Оқим йўналишига қарши r - кесимда P_2 кучи таъсир этади ва оқимнинг ён томонидан P_n нормал кучлар ҳамда сууюқликларнинг қатлами орасида тишқаланиш кучи таъсир этади:

$$T = \tau \times l$$

Оқим мувозанатда бўлиши учун таъсир этувчи кучларнинг йиьиндиси 0 га тенг бўлиши керак.

XX ўқи бўйича барча кучларнинг проекцияларини кушиб чикамиз. P_n – XX ўқиға α бўлгани учун проекцияси 0 га тенг бўлади.

$$P_1 - P_2 + G \cdot \sin \alpha - T = 0 \quad (3)$$

Таянч сщз ва иборалар

Сууюқликнинг текис харакати, ўртача тезлик, ламинар харакатда босимнинг камайиши, турбулент харакатда босимнинг камайиши, гидравлик ишқаланиш коэффициентини, Шези формуласи, Блаузус формуласи, Дарси-Вейсбах формуласи, Алтишулр формуласи, Шевелёв формуласи, Шифринсон формуласи.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириы.

1. Босим йўюлишида ишыаланиш кучининг таъсири бўлади, бу таъсир нимаға боғлиқ?
2. Ламинар ва турбулент оқимларда босим йўқолиши тубдан фарқ қилади, сизнингча сабаб нимада?

$$P_1 = P_1 S \quad P_2 = P_2 S$$

$$\sin \alpha = \frac{z_1 - z_2}{l}$$

$$G = \rho g S l; \quad T = \tau x l$$

Бу қийматларни (3) тенгламага куйсак $P_1 S - P_2 S + \rho g S l \frac{z_1 - z_2}{l} - \tau x l = 0$

Олинган тенгламани $\rho g S$ га бўлиб $\frac{x}{S} = R$ (бу ерда R - гидравлик радиус) эканини хисобга олсак.

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\tau l}{\rho g R} \quad (4)$$

(4) тенгламани қуйидаги Бернулли тенгламаси билан солиштириб, бу ерда текис харакат бўлгани учун $V_1 = V_2$

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_{mp}$$

$$V_1 = V_2 \quad \text{дан}$$

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + h_{mp}$$

$$h_{mp} = \frac{\tau l}{\rho g R}$$

бу текис ўзгармас харакатнинг *асосий тенгламаси* дейилади. Энди сиз учун ахамиятли бўлган цилиндрик трубадаги харакатни кўрайлик

Труба ичидан радиуси Y га тенг ва узунлиги бўлган цилиндрик хажми ажратиб олайлик. Доиравий кесим учун гидравлик радиус $R = Y/2$

$$Y \text{ холда } h_{mp} = \frac{\psi}{\rho g} \cdot \frac{2l}{Y}$$

Хусусий холда агар $z_1 = z_2$ бўлса

$$h_{mp} = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{2\tau l}{\rho g Y} \quad (7)$$

$\Delta P \cdot l$ - узунликдаги босимни камайиши

$$\tau = \frac{\Delta P Y}{2l}$$

Уринма кучланиш τ ўзгаришини чизикли эканини хисобга олсак

$Y=0$ да $\tau_0=0$ ва труба деворида $Y=r$ да τ энг катта қийматга эга бўлади. Бундан

$$\tau_r = \frac{\Delta P r}{2l} \quad (7) \text{ тенгламадан кўринадики } \frac{\tau}{\rho g} - \text{ хақиқий йўқолган энергияни ташкил}$$

этади.

Бу йўқолган энергияни аналитик жихатдан келтириб чиқариш шу вақтгача фақат хусусий холлар узунгина мавжуд бўлган, чунки оқим харакати параметрларига

ва ишқаланиш кучига боълиқ бўлган мураккаб функциядан иборатдир яони:

$$\frac{\tau}{\rho g} = f(V, \mu, \Delta, \text{Pr})$$

Бунинг учун бир нечта эмперик формулалар мавжуд:

$$\frac{\tau}{\rho g} = \frac{V^2}{C^2} \quad - \text{Шези формуласи (1775 й)} \quad (8)$$

$$h_{1-2} = \frac{V^2 l}{C^2 R} \quad (9)$$

$$\frac{h_{\text{гп}}}{l} = i \quad (i - \text{гидравлик қиялик}) \quad \text{эканини хисобга олсак} \quad (10)$$

$$V = C \sqrt{Ri} \quad (11)$$

Шези формуласи. C – Шези коэффиценти;

C^2 - нинг уловчи тезланишни бергани учун кейинчалик бу

куйдагича алмаштирилга $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$

λ - гидравлик ишқаланиш коэффиценти дейилади.

Суюқликнинг турбулент харакатидаги гидравлик қаршилик

Суюқликнинг турбулент харакатланганда унинг заррачалари муқарраб троекторияларда харакатланади, натижада ички ишқаланиш кучи оширади ва бу уз навбатида қатламалар орасидаги кучланганликни оширади. Демак суюқлик харакати муқарраб бўлганлиги учун, шу вақтга турбулент харакатни тўла тавсияловчи аналитик математик ифодаси йук.

Бундай харакатларни эмперик ёки ярим эмперик формулалар ёрдамида ифодалаб келинади.

Турбулент харакатда гидравлик қаршилик топиш учун коэффиценти эмпериқ боъланишлар

Тажрибалар асосида XIX асрда Бланзус гидравлик қаршилик коэффиценти куйидаги эмперик формуласини келтириб чиқарган:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad \text{Бланзус формуласи} \quad (1)$$

Бу формула фақат силлиқ турбулентлар учун бўлиб $Re = 2500-7000$ гача кўллаш мумкин.

Бу юқоридаги формулани ривожлантириб Мителрман $Re = 2500-4000$ оралиқда кўллаш мумкин бўлган, силлиқ труба учун куйидаги боғланишни таклиф этган.

$$\lambda = \frac{0,08}{\sqrt{\text{Re}}} \quad \text{Мителрман формуласи} \quad (2)$$

Силлиқ трубалар учун яна Ибатулов ва Шишенколар хам узларининг куйидаги $Re = 2500 - 5000$ оралиқ учун формуласини чиқаришган

$$\lambda = \frac{0,075}{\sqrt[8]{\text{Re}}} \quad (3)$$

Канаков эса $\text{Re} \leq 3 \cdot 10^6$ оралик учун ва силлик трубалар учун

$$\lambda = \frac{1}{(0,8 \lg \text{Re} + 1,5)^2} \quad (4)$$

Силлик бўлмаган трубалар учун квадратик зонагача бўлган оралик учун $2320 < \text{Re} < 5000$ Алртшулр қуйидаги формулани таклиф этади.

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_э}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (5)$$

бу ерда $K_э$ – гадир будурликнинг эквивалентлик коэффиценти.

Квадратик зона учун Шифринсон қуйидаги формулани таклиф этади ($\text{Re} > 50000$)

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_э}{d} \right)^{0,25} \quad (6)$$

Шевелев Ф.А. ишқаланиш қаршилик коэффиценти λ учун қуйидаги формуларни таклиф этади (гидравлик силлик труба учун):

$$\lambda = \frac{0,25}{\text{Re}^{0,226}} \quad (7)$$

Ишланган пулат ва чуян трубалар учун (агар суюқлик тезлиги бўлса)

$$\lambda = \frac{0,021}{d^{0,3}} \quad (8)$$

агар $V < 1,2 \text{ м/с}$ бўлса

$$\lambda = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{d} + \frac{1}{\text{Re}} \right)^{0,3} \quad (9)$$

Барча турбулент оқимлар учун Колрбрук ва Уайт қуйидаги формулани таклиф этадилар.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{K_э}{3,7d} + \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{Колрбрук-Уайт формуласи} \quad (10)$$

(10) формулани хусусий ҳоллар учун соддалаштириб Прандтл ва Никўрадзелар қуйидаги формулани таклиф этдилар.

ЛАМИНАР ХАРАКАТДА БОСИМНИНГ КАМАЙИШИ

Суюқликнинг *ламинар* харакатида суюқлик труба киришда барча кесимларда тезлиги бир хил аста-секин расмда кўрсатилгандай таркала бошлайди $L_6=0,28dRe$ - бошлангич масофадан бошлаб тезликни тарқалиши паробала шаклиги келади.

Суюқлик оқайтган трубадан хаёлан бирор халқа шаклдаги калинлиги dY бўлган элементар кичик юзача ажратиб олайлик, бу халқанинг ички радиуси Y . Y холда олинган кесим юзаси:

$$dS_y = 2\pi Y dY$$

dY жуда кичик десак V_y тезлик халқанинг барча нуқталарида бир хил бўлади:

$$V_y = \frac{\Delta P}{4\mu L} (r^2 - y^2) \quad (1)$$

- ламинар харакатда тезликни тарқалиш тенгламаси, стокс тенгламаси дейилади.

Суюқликнинг халқадан утайтган элементар сарфи:

$$dQ_y = V_y \cdot dS_y = V_y \cdot 2\pi Y dY \quad (2)$$

Трубанинг тўла кесимдан утган сарф:

$$(3)$$

(3) ни буклаб интегралласак

$$Q = \pi \left[V_y Y^2 \Big|_0^r - \int_0^r Y^2 dV_y \right] \quad (4)$$

(4) тенгламанинг кавс ичидаги биринчи ифода нолга тенг, яони $V=r$ да $Vr=0$, y холда

$$Q = -\pi \int_0^r Y^2 dV_y \quad (5)$$

Кучланишни тарқалиш қонунидан

$$Y = \frac{r\tau}{\tau_r} \text{ энди, } y \text{ холда } Y^2 = \frac{r^2\tau^2}{\tau_r^2} \quad (6)$$

$$dY = \frac{r}{\tau_r} d\tau \text{ эканидан } -\frac{dV_y}{dY} = f(\tau) \text{ десак}$$

$$-dV_y = f(\tau) dY = f(\tau) \frac{r}{\tau_r} d\tau \quad (7)$$

(7) ни (5) га қуйисак

$$Q = \frac{\pi r^3}{\tau_r^3} \int_0^{\tau_r} f(\tau) \tau^2 d\tau \quad (8)$$

(8) ни интегралласак, Ньютон суюқликлари оқими учун $f(\tau) = \frac{\tau^2}{\mu}$ y холда

$$\frac{Q\tau_r^3}{\pi r^3} = \int_0^{\tau_r} \frac{\tau}{\mu} \tau^2 d\tau = \frac{1}{\mu} \int_0^{\tau_r} \tau^3 d\tau = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\tau_r^4}{4} \quad (9)$$

$$Q = \frac{\pi r^3}{\mu} \cdot \frac{\tau_r}{4} = \frac{\pi r^3}{4\mu} \tau_r \quad (10)$$

бу ерда $d=2r$; $\tau_r = \frac{r\Delta P}{2L}$ деб олсак

$$Q = \frac{1}{128} \cdot \frac{\pi\Delta P}{\mu l} d^4 \quad \text{Гаген-Пуазейл формуласи} \quad (11)$$

Барча кесимлар учун ўртача тезлик

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{1}{32} \cdot \frac{\Delta P}{\mu l} d^2 \quad (12)$$

Босим камайиши

$$\Delta P = \frac{32\mu l V}{d^2} \quad (13)$$

$$\Delta h_e = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{32\mu l V}{\rho g d^2} = \frac{64\mu}{V_0 d \rho} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{l}{d}$$

$$\frac{\mu}{V d \rho} = \frac{1}{\text{Re}} \quad \text{у холда}$$

$$\Delta h_e = \frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (14)$$

тенгламани Дарси-Вейсбах тенгламаси билан солиштирсак

$$\Delta h_e = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}; \quad \lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad \text{Пуазейл формуласи} \quad (15)$$

Назорат учун саволлар:

1. Суюқликнинг текис ҳаракатида босимнинг камайиши.
2. Суюқликнинг турбулент ҳаракатида гидравлик қаршилик.
3. Гидравлик ишқланиш қаршилик коэффиценти.
4. Турбулент ҳаракатда гидравлик қаршиликни топиш учун эмпирик 5. боьланишлар.
6. Ламинар ҳаракатда босимни камайиши.
7. Пуазейл формуласи
8. Суюқлик ҳаракатидаги қаршиликлар.
9. Суюқлик ҳаракатида босимнинг камайиш турлари.
10. Суюқликнинг ламинар йуқолишида босимнинг камайишини аниқлаш.
11. Ишқланиш қаршилик коэффиценти ва унинг аниқлаш.

VII – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Маҳаллий гидравлик қаршилик

Режа:

1. Оқимнинг кенгайиши.
2. Оқимнинг торайиши.
3. Оқимнинг бурулиши.

Реал суюқлик харакатида оқим узунлиги бўйича йўқолган напордан ташкари маҳаллий қаршиликлар бўйича ҳам босимни камайиши бўлади.

Маҳаллий қаршиликлар қуйидаги ҳолларда пайдо бўлади.

1. Суюқликни тезлиги ўзгарган жойида (оқим кенгайганда ёки торайганда).
2. Оқим йўналиши ўзгарганда (бурилишда).
3. Ҳам қиймати ва йўналиши бир вақтда ўзгарганда (тройник).

Амалиётда маҳаллий босим йўқолиши қуйидаги Вейсбах формуласи ёрдамида

хисобланади: $\Delta h_m = \xi \frac{v^2}{2g}$ (1)

бу ерда ξ - маҳаллий қаршилик коэффициентини дейилади;

асосан ξ - тажриба бўйича аниқланади.

Алртшулр ξ ни аниқлаш учун қуйидаги эмпирик формулани таклиф қилади.

$$\xi = \frac{c}{Re_\xi} + \xi_k \quad (2)$$

бу ерда ξ_k - турбулент харакатининг квадратик зонаси учун маҳаллий қаршилик коэффициентини

C – маҳаллий қаршиликнинг турига боълиқ бўлган коэффициент.

	C		C
Кескин кенгайиш	30	Пробкали кран	150
90 ° ли бурчак	400	Оддий вентилр	3000
135 ° ли бурчак	600	Бурчакли вентилр	400
90 ° ли текис бурилиш	130	Шарикли клапан	5000

Таянч сщз ва иборалар:

Кескин кенгайиш, кескин торайиш, маҳаллий қаршилик коэффициенти, Борд формуласи, Альтиуш формуласи, диффузор, конфузор, диафрагма, Идельчик формуласи, Вейсбах формуласи, бурилиш.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Маҳаллий қаршиликларда босим йўқолади, бунга сабаб нима?
2. Маҳаллий қаршилик коэффициентини топиш учун аниқ умумий формула йўқ, бунга сабаб нима?

Тройник	150	Задвижка	75
---------	-----	----------	----

Маҳаллий қаршиликларни ўрганиш ламинар ҳаркат учун ҳозирча тўла ўрганилмаган. Турбулент ҳаракат учун хусусий ҳолларда ўрганилган ҳозир биз бир нота хусусий ҳолларни куриб чиқамиз.

1. Оқимнинг кески кенгайиши:

Босим, тезлик ва оқим кесими юзасини 1-1 кесми учун p_1, v_1, s_1 2-2 кесим учун эса p_2, v_2, s_2 деб белмайлик.

Энди 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз, бўлинг учун қуйидаги учта шартни киритайлик.

- 1-1 ва 2-2 кесимларга тезлик текис тақсимлашган бўлсин, яъни $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$.
- 1-1 ва 2-2 кесимлар оралигида труба деворидаги уринма кучланиш 0 га тенг бўлсин.
- Гидродинамик босимлар P_1 ва P_2 қурилайётган s_1 см s_2 кесимда текис тақсимланган бўлсин.

$$\begin{aligned} p_1 &= p_1 s_1; p_2 = p_2 s_2 \\ t_1 &= Z_1 = 0 \\ \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} &= \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{kk} \end{aligned} \quad (3)$$

Суюқликнинг ҳаракат миқдорини ўзгариши $\rho Q dt (v_2 + v_1)$ (а)

Ишқалашни кучириш ҳисобга олмасак импульс кучининг суюқлик ҳаракати йўналиши бўйича олинган проекциялари йиғиндис

$$(p_1 - p_2) S_2 dt \quad (б) \text{ бўлади.}$$

Ҳаракат миқдори ўзгариши теоремасига асосан (а) ва (б) тенглаштирсак

$$\rho Q dt (v_2 + v_1) = (p_1 - p_2) S_2 dt$$

Бу ерда $Q = S_2 \cdot v_2$ эканини ҳисобга олиб тенгликни ρg га бўлсак

$$v_2 s_2 (v_2 + v_1) / g = s_2 (p_1 - p_2) / \rho g$$

Яна s_2 га қисқартирсак

$$\begin{aligned} \frac{p_1 - p_2}{\rho g} &= \frac{v_2^2}{g} - \frac{v_2 - v_1}{g} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{2v_1 - v_2}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \\ \frac{p_1 - p_2}{\rho g} &= \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \end{aligned}$$

Буни индекслар бўйича группаласак

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (4)$$

(4) ни (3) – Бернулли тенгламаси билан солиштириб

$$h_{k.k.} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \text{ эканини оламиз} \quad (5)$$

(5) – Борд формуласи (1766 й).

Бу ерда $v_1 s_1 = v_2 s_2$ эканини ҳисобга олиб

$$h_{k.k.} = \left(1 - \frac{s_1}{s_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = \xi \frac{v_1^2}{2g} \quad (6)$$

$$\xi = \left(1 - \frac{s_1}{s_2}\right)^2 \quad (7)$$

эканини топамиз: ёки

$$h_{k.k.} = \left(\frac{s_1}{s_2} - 1\right)^2 \frac{v_2^2}{2g}$$

Оқимининг аста-секин кенгайиши (диффузор)

Бу ерда угорма хосил бўлиши кескин кенгайишига қараганда камрок бўлади. Маҳаллий қаршилик коэффициентлари худди юқорида қурилган кескин кенгайиши каби чиқарилади:

$$\xi_{\text{оиф}} = k \left(\frac{s^2}{s^1} - 1\right)^2$$

$$h_{\text{оиф}} = k \left(\frac{s_2}{s_1} - 1\right)^2 \frac{v_2^2}{2g} \quad \text{ёки} \quad h_{\text{оиф}} = k \left(1 - \frac{s_2}{s_1}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g}$$

Бу ерда k – конуслик коэффициентлари дейилади ва α бурчакка боълиқ бўлади. Масалан $\alpha = 0$ да $K = 0$; $\alpha = 30$ да $K = 0,71$; $\alpha = 60$ да $K = 1,12$; $\alpha = 90$ да $K = 1,07$.

Диффузор учун ξ коэффициент қуйидаги формуладан ҳам ҳисобланади

$$\xi_{\text{оиф}} = \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{n^2 - 1}{n} + \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \sin \alpha$$

Бу ерда α - ишқаланиш қаршилик коэффициентлари: $n = \frac{s_2}{s_1}$ диффузорининг кенгайиш даражаси.

Оқимнинг кескин торайиши

Оқимнинг кескин торайишида кескин кенгайишга қараганда камрок қаршилик пайдо бўлади.

Рамда кўринганидек оқим кичик кесимга утгандан кейин сиқилиш хосил бўлади. Демак бу ерда қаршилик топайиши ва кенгайишида хосил бўлар экан:

$$h_{k.T} = \xi_0 - \frac{v_c^2}{2g} + \frac{(v_c - v_2)^2}{2g} = \xi_{k.T} \frac{v_2^2}{2g} \quad (8)$$

бу ерда ξ_0 - кичик кесимга киришдаги ишқаланиши ҳисобга олувчи коэффициент;

v_c - сиқилган кесимдаги суюқлик тезлиги.

Амалиётда купинча қуйидаги И.Е.Иделрчик формуласидан фойдаланади.

$$\xi_{k.T} = \left(1 - \frac{s_2}{s_1}\right) / 2 \left(1 - \frac{n}{2}\right) \quad (9)$$

бу ерда $n = \frac{s_1}{s_2}$ - торайиш даражаси $\frac{s_2}{s_1} = 0$ бўлса $\xi_{k.T} = 0,5$.

Трубопроводник аста торайиши (конфузор)

Бу ерда ҳам қаршилик диффузордан кам бўлади.

$$h_{\text{кон}} = \frac{k}{2} \left(1 - \frac{s_2}{s_1}\right) \frac{v_2^2}{2g} = \xi r_{\text{кон}} \frac{v_2^2}{2g} \quad (10)$$

бу ерда k_1 - конфузор учун маҳаллий қаршилик коэффициенти
 α - конуслик коэффициенти бўлиб бурчакка боълиқ бўлади.

Конфузор учун қуйидагича хисобланади

$$\xi_{\text{кон}} = \frac{\lambda}{\rho \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2} \quad (11)$$

3. Диафрагма

$$\xi_{\text{диаф}} = \left(1 + \frac{0,707}{\sqrt{1 - s_0/s}}\right)^2 \left(\frac{s}{30} - 1\right)^2 \quad (12)$$

И.Е.Иделрчик формуласи

6. Трубага кириш. Труба идишига тўри бурчак остида ўрнатилган ва киррали бўлса $\xi = 0,5$ трубага кириш жойи эгри (киррали эмас) чизикли бўлса $\xi = 0,04 - 0,1$ (ўртача $\xi = 0,08$)

Агар трубопровод идишига бирор β бурчак остида ўрнатилган бўлса $\xi = 0,505 + 0,303 \sin\beta + 0,226 \cdot \sin^2\beta$

7. Бурилиш.

Диаметри унча катта бўлмаган, кескин бурилишида:

$$\xi = 0,946 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2,047 \cdot \sin^4 \left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

эгри чизикли силлиқ бўлиши.

$$\xi = \left[0,131 + 0,163 \left(\frac{d}{R}\right)^{3,5}\right] \cdot \frac{\alpha}{90}$$

Бу ерда R - эгрилик радиуси.

Назорат учун саволлар:

1. Альтшул маҳаллий қаршилик коэффициенти учун қандай формулани таклиф қилди.
2. Амалиётда маҳаллий босим йўқолиши қайси формуладан аниқланади.
3. Оқимнинг кескин кенгайиши учун Борд формуласи.
4. Оқимнинг аста секин кенгайиши.
5. Иделрчик формуласи қандай формула.
6. Диффузор нима.
7. Конфузор нима.
8. Оқимнинг кескин торайишда маҳаллий қаршилик.
9. Диафрагмада босимнинг йўқолиши.
10. Трубага кириш ва чақишда босимнинг йўқолиши.
11. Бурилишда босимни йўқолиши.

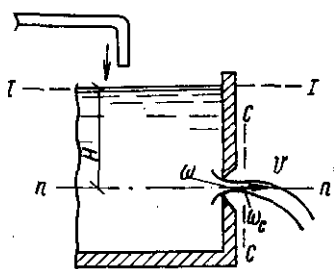
VIII – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Суюқликнинг кичик тешик ва найчадан оқиб чиқиши

Режа:

1. Суюқликнинг кичик тешикдан ўзгармас босимда оқиб чиқиши.
2. Суюқликнинг ўзгармас босимдан найча оқиб чиқиши.
3. Суюқликнинг ўзгарувчан босимда тешик ва найча орқали оқиб

Катта ўлчамли бирор идиш олиб, шу идишни суюқлик билан тулдирилган, идишда кичик бир тиркиш бўлиб, шу тиркишдан суюқлик оқиб чиқаётган бўлсин. Бу тиркиш юзаси S бўлсин. Суюқликнинг тезлиги тешикка яқинлашган сари ортиб боради. Бу жараён тешикдан ташкарида ҳам инерция кучи таъсирида давом этади. Тахминан тиркишдан диаметрча масофада тезлик энг катта бўлади, бу жойда юза кичик бўлади



18-расм. Ўзгармас босимда суюқликнинг оқиб чиқиши.

$E = \frac{s_c}{s}$ - сиқилувчанлик коэффиценти

энди 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузайлик

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \xi \frac{v_2^2}{2g} \quad (1)$$

агар $H_0 = Z_1 - Z_2 = \text{const}$ бўлса $\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = 0$ бўлади

$$H_0 + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} = (\alpha_2 + \xi) \frac{v_1^2}{2g} \quad (2)$$

Таянч сўз ва иборалар

Сиқилувчанлик коэффиценти, тезлик коэффиценти, сарф коэффиценти, цилиндрик найча, конусли найча, коноидал найча, Бернулли тенгламаси, ўзгармас босим, сиқилиш коэффиценти, суюқлик тезлиги, суюқлик сарфи, Торичелли формуласи, идишнинг бўшаи вақти, ўзгарувчан босим, Рейнольдс сони.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Суюқликни тешик ва найчадан оқиб чиқишида тезлик ва сарф коэффицентлари аниқланади, нима учун?
2. Тезлик ва сарф коэффицентлари Рейнольдс сонига боълиқ, бу қандай боғланган?
3. Суюқликни оқиб чиқишига ўзгарувчан босимнинг таъсири бўлади, сизнингча бунга сабаб нима?

$$\text{бу ердан } v_2 = \sqrt{\frac{2g(H_0 + \frac{P_1 - P_2}{\rho g})}{\alpha_2 + \xi}}$$

агар $H = H_0 + \frac{P_1 - P_2}{\rho g}$ деб олсак

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{\alpha_2 + \xi_2}} \sqrt{2gH} \quad (3) \text{ бўлади}$$

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{\alpha_2 + \xi_2}} - \text{тезлик коэффициенти}$$

$$v_2 = u_2 \sqrt{2gH} \text{ ёки } v = u_2 \sqrt{2gH} \quad (4)$$

агар $p_1 = P_2$ бўлса $H = H_0$: $v = u \sqrt{2gH_0}$

Суюқлик сарфи эса

$$Q = v \cdot s_c = E s_0 u \sqrt{2gH} = \mu \cdot s_0 \sqrt{2gH} \quad (5)$$

μ -сарф коэффициенти; $\mu = E \cdot u$

φ ва μ лар суюқлик оқиб чиқаётган тиркишнинг турига ва идеал хол учун курилган Re_u сонига боьлик бўлади.

Суюқлик идеал бўлса $\alpha = 1$; $\xi = 0$; $\varphi = 1$ бўлса

$$Re_u = \frac{v_u \cdot d}{\nu} = \frac{d}{\nu} \cdot \sqrt{2gH}$$

Идеал суюқлик учун $v_u = \sqrt{2gH}$ - Торчелли формуласи

$$\mu = \sqrt{\frac{156}{Re_u^2} + 1} - \frac{12,5}{Re_u}$$

Ёпишкоклиги кам суюқликлар учун Re_u етарли катта бўлади, шунинг учун $E = 0,62 - 0,66$; $\varphi = 0,96 - 0,98$; $\mu = 0,60 - 0,64$; $\xi = 0,068$

$Re_{em} = 350$ да $\mu_{max} = 0,69$ - бўлади

$Re_c < 25$ бўлса $E = 1$; $\varphi = \mu$ бўлади

Суюқлик бирор идишдан бошқа идишга юпка деворли тешик орқали оқиб чиқаётган бўлсин 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз

$$z_1 + \frac{zP}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + Eh = z_1 + \frac{P_2}{\gamma} + (\xi + \alpha_2) \frac{V^2}{2g}$$

$$H_0 = z_1 - z_2 \text{ бўлса}$$

$$H = H_0 + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = (\xi + \alpha) \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{бу ерда } V = \frac{1}{\sqrt{\xi + \alpha}} \cdot \sqrt{2gH} = \varphi \sqrt{2gH} \quad (9)$$

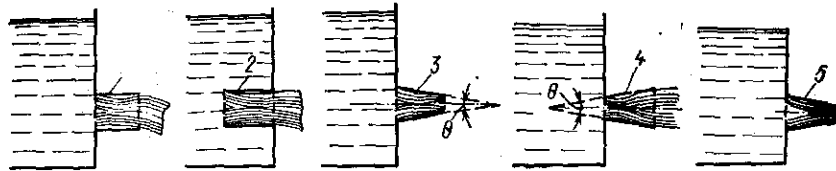
Суюқлик сарфи

$$Q = VS_c = E \varphi S_0 \sqrt{2gH} = \mu S_0 \sqrt{2gH} \quad (10)$$

Ўзгармас босимда суюқликнинг найча орқали оқиб чиқиш

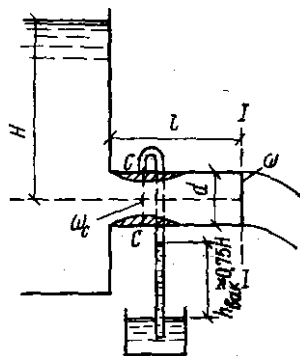
Энди суюқликни найчалар орқали оқиб чиқишини кўрайлик, бу ерда найча узунлиги. Энг кўп тарқалган найчалар куйидагилардан иборат.

- 1) цилиндрик найчалар – ташқи цилиндрик ва ички цилиндрик
- 2) Конусли найчалар: конусли торайувчи ва конусли кенгайувчи найчалар
- 3) Коноидал найчалар



19-расм. Найча турлари

Ташқи цилиндрик найчани кўрайлик



20-расм. Суқликнинг найчадан оқиб чиқиши.

Оқимнинг сиқилишни фақат найчанинг ичида ($d_c \approx 0,8 d$) пайдо бўлади. Найчалардан чиқишда эса сиқилиш бўлмайди, яъни $E=1$. Тажрибанинг кўрсатишига ёпишкочанчи кам суюқликлар учун, цилиндрик найчада $\mu = \mu_n = 0.82$ бўлади

$$\frac{\mu_n}{\mu_m} = \frac{0,82}{0,02} \approx \frac{4}{3} - \text{бундан кўринадики найчада сузлик сарфи тиркишга қараганда } 4/3$$

марта кўп бўлар экан. 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзайлик: $z_1 = z_2$ бўлса

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_{1-2} \tag{11}$$

Бу ерда найча узунлиги кичик бўлгани учун асосий қаршилик маҳоллий қаршиликдан иборат бўлади. Маҳаллий қаршилик кескин кенгайиши каби ҳисобланади

$$\Sigma h_{1-2} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (12)$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \frac{2v_1v_2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} = \frac{2v_1v_2}{2g} - \frac{2v_2^2}{2g}$$

$$v_1 = \frac{s_2}{s_1} v_2 \text{ эканидан } \frac{s_1}{s_2} = E \text{ десак}$$

$$v_1 = \frac{v_2}{E} \text{ у холда}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{2v_2^2}{2g \cdot E} - \frac{2v_2^2}{2g} = \left(\frac{2}{E} - 2\right) \frac{v_2^2}{2g} = 2\left(\frac{1}{E} - 1\right) \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v = u \sqrt{2gH}; v^2 = u^2 2gH$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = 2\left(\frac{1}{E} - 1\right) u^2 H; P_2 - P_1 = 2u^2 \left(\frac{1}{E} - 1\right) \gamma H$$

Агар $\varphi = 0,8$; $E = 0,63$ деб олсак

$$P_2 - P_1 \approx 0,75 \gamma H \quad (14)$$

Сарф коэффициенти

$$\mu = \frac{1}{1,23 + \frac{58}{\text{Re}} \cdot \frac{e}{d}}$$

Сууюқликнинг ўзгарувчан (дам) босимда тешик ва найча орқали оқиб чиқиши



21-расм. Сууюқликнинг босимда оқиб чиқиши.

Идишдан тиркиш ёки найча оқиб чиккани сари сууюқлик сатхи пасайиб боради, демак сууюқликнинг тезлиги ва оқиб чиқиш сарфи сатх баландлигига боълик холда камайиб боради. Бу ерда бекарор ҳаракат вужудга келади: Sdn ёки

$$Sdn = -\mu s_0 \sqrt{2gh} \cdot dt \quad (15)$$

бу ерда dh сууюқлик сатхининг ўзгариш; “----” ишора ошириши билан ни камайишини ифодалайди.

Агар идишдаги сууюқлик сатhini бирор H масофадан H масофагача камайишини аниқламокчи бўлсак

$$dt = \frac{sdh}{\mu S_0 \cdot \sqrt{2g}} \quad (16)$$

(16) тенгламани Н дан Н₁ гача интегралласак

$$t = \frac{1}{\mu s_0 \cdot \sqrt{2g}} \int_H^{H_1} S \frac{dh}{\sqrt{H}} = \frac{S}{\mu s_0 \cdot \sqrt{2g}} \int_H^{H_1} \frac{dh}{\sqrt{H}} = \frac{2S}{\mu s_0 \cdot \sqrt{2g}} \sqrt{h} \Big|_H^{H_1} = \frac{2S}{\mu s_0 \cdot \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H}) \quad (17)$$

Агар идишни тўла бушаши учун кетган вақтни топсак Н₁=0=0 бўлади

$$t = \frac{2S\sqrt{H}}{\mu \cdot s_0 \sqrt{2g}} = \frac{2SH}{\mu \cdot s_0 \sqrt{2gH}}$$

ёки $t = \frac{2W}{Q}$

Назорат учун саволлар:

1. Суюқликнинг кичик тешикдан ўзгармас босимда чиқиши.
2. Суюқлик тезлиги ва сарфи, сафр коэффициенти.
3. Суюқликнинг ўзгармас босимда найча орқали оқиб ўтиши.
4. Найча турлари.
5. Суюқликнинг ўзгарувчан босимда тешик ва найча орқали оқиб чиқиши.
6. Идишнинг бўшаш вақтни аниқлаш.
7. Сикилиш коэффициенти нима?
8. Суюқликнинг узгармас босимда оқиб чиқишидаги тезлиги ва сарфи.
9. Узгармас босимда суюқликнинг найча орқали оқиб чиқиши.
10. Тезлик ва сарф коэффициентлари.

IX – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Турбопроводларнинг гидравлик ҳисоби

Режа:

1. Оддий турбопроводларнинг гидравлик ҳисоби.
2. Кетма-кет уланган турбопроводларнинг ҳисоблаш.
3. Параллел уланган турбопроводларни ҳисоблаш.
4. Тармоқланган турбопроводларни ҳисоблаш.

Турбопроводларни гидравлик ҳисоб қилишда босимли ва босимсиз эканлиги аниқлайди. Турбопроводларда узунлик бўйича босим камайшини, маҳаллий қаршиликларда босим йўқолимига нисбатига қараб, қисқа турбопроводлар ва узун турбопроводларга бўлинади.

Қисқа турбопроводлар бед маҳаллий қаршилиги сезиларки бўлган турбопроводларга айтилади. Бундай турбопроводларга насоснинг сургли қисмидаги сурувчи турбопровод, двигателни совиниши учун суюқлик узатилаётган турбопроводлар ёки ҳар хил машиналарни ёглаш учун ишляяпландиган ёғ узатувчи трубалар.

Узун турбопроводлар деб-узунлиги анча катта бўлган ва босилишнинг маҳаллий қаршилик ҳисобида йўқолиши, узунлик бўйича босим камайишига нисбатан анча кичик бўлган турбопроводларга айтилади.

Масалан насосдан хайдалаётган суюқлик ўтувчи турбопроводлар, нефтепроводлар, магистрал водопровод трубалари.

Узун турбопроводлар содда ва мураккаб турбопроводларга бўлинади.

Содда турбопровод деб, тармоқланмаган ва кесим юзаси ўзгармаган турбопроводларга айтилади.

Мураккаб турбопровод деб, тармоқланмаган кесим юзаси ўзгарган ёки тармоқланган турбопроводларга айтилади.

Ўзгармас кесимли оддий турбопровод фазода эркин жойлашган бўлсин ва бир неча маҳалли қаршиликлар мавжуд бўлсин.

Турбопроводнинг кесим юзаси ўзгармас бўлганлиги учун, тезлиги бир хил бўлади.

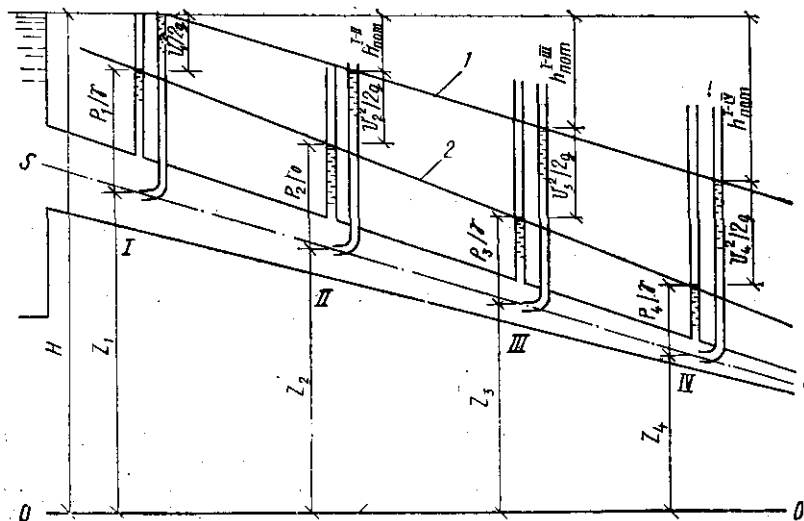
1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузайлик.

Таянч сўз ва иборалар

Оддий турбопроводлар, мураккаб турбопроводлар, узун турбопроводлар, қисқа турбопроводлар, кетма-кет уланган турбопроводлар, параллел уланган турбопроводлар, тармоқланаган турбопроводлар, турбопроводдаги қаршилик коэффициентини, турба характеристикаси, талаб қилинган босим.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Гидравлик ҳисоблашларда талаб қилинган босимни аниқлаш зарур, бунда қандай йиқил тутилади?
2. Оддий турбопроводларда босим йиқолиши Рейнольдс сонига боғлиқ, бу боғланиш қандай бўлади?



22-расм. Оддий трубаларда босимни камайиши.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \Sigma h \text{ ёки}$$

$$\frac{p_1}{\rho g} = z_2 - z_1 + \frac{p_2}{\rho g} + \Sigma h \quad (1)$$

(1) тенгламининг чап тарафидаги пьезометрик баландликни талаб килинган напор дейилади.

$$H_{m.k} = \frac{p_1}{\rho g} \text{ бу ерда } \Delta z = z_2 - z_1 \text{ десак}$$

$$H_{m.k} = \Delta z + \frac{p_2}{\rho g} - \text{сататик напор бўлади}$$

$$\Sigma h = k \cdot Q^m$$

бу ерда k – трубопроводнинг қаршилиги дейилувчи қиймат.

m – даража кўрсаткичи бўлиб, суюқликнинг ҳаракат тажрибига қараб ҳар хил қийматига эга бўлади.

$$H_{k.t} = H_{ct} + k \cdot Q^m \quad (2)$$

Агар маҳаллий қаршилиқни эквивалент узунлик билан алмаштирсак

$$l_{расч} = l + l_{эқв}$$

у ҳолда ламинар ҳаракат учун

$$\Sigma h = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l_{расч}}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = \left(\Sigma \zeta + \lambda_m \frac{l}{d} \right) \frac{1 \cdot Q^2}{2g \pi^2 \mu}$$

Демак

$$K = \frac{128 \nu l_{расч}}{\pi g d^4} \quad m=1$$

Турбулент ҳаракатли оқим учун

$$\Sigma h = \left(\Sigma \zeta + \lambda_r \frac{l}{d} \right) \frac{v^2}{2g} = \left(\Sigma \zeta + \lambda_r \frac{l}{d} \right) \frac{16 Q^2}{2g \pi^2 d^4}$$

Демак

$$K = \left(\Sigma \zeta + \lambda_r \frac{l}{d} \right) \frac{16}{2g \pi^2 d^4}$$

Кетма-кет уланган трубопроводларнинг ҳисоблаш

Узунлиги ва диаметри турлича бўлган бир неча содда трубопроводларни кетма-кет улайлик.

$$\left. \begin{aligned} Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q \\ \Sigma h_{M-N} = \Sigma h_1 + \Sigma h_2 + \Sigma h_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Бу иккита тенглама орқали кетма-кет ўлчаш трубопроводлар учун характеристика тузишимиз мумкин

Энди $M-N$ кесимлар учун Бернулли тенгласини тузиб ундан талаб килинган напорни топайлик.

$\alpha = 1$ деб қабул қилсак

$$H_{T-K} = z_N - z_M + \frac{V_N^2 - V_M^2}{2g} + \Sigma h_{M-N} + \frac{P_N}{\rho g} = H_{CT} + CQ^2 + KQ^m$$

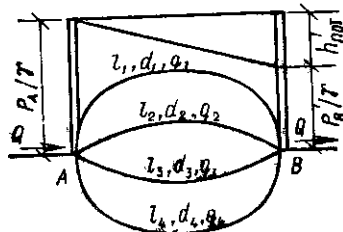
бу ерда

$$C = \frac{1}{2g} \left(\frac{1}{S_N^2} - \frac{1}{S_M^2} \right)$$

$$H_{CT} = z_N - z_M + \frac{P_N}{\rho g}$$

Параллел уланган трубопроводларни ҳисоблаш

Трубопроводлар параллел уланганда суyoқлик сарфлари йиьилади, босимлари камайиши хар бир трубада бир хил бўлади.



23-расм. Параллел уланган трубалар

$$\begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ \Sigma h_1 = H_M - H_N \end{cases}$$

$$\Sigma h_2 = H_M - H_N$$

$$\Sigma h_3 = H_M - H_N$$

(4) тенгласидан

$$\Sigma h_1 = \Sigma h_2 = \Sigma h_3 \quad (5)$$

$$\Sigma h_1 = K_1 Q_1^m; \quad \Sigma h_2 = K_2 Q_2^m; \quad \Sigma h_3 = K_3 Q_3^m;$$

(5) тенгламага кўра

$$K_1 Q_1^m = K_2 Q_2^m = K_3 Q_3^m$$

Тармоқланган трубопроводлар

Тармоқланган трубопроводларда сарфлар кўшилади

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (6)$$

М-М кесим ва охириги кесим учун Бернулли тенгламасини ёзсак

$$H_M = z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \Sigma h_1$$

$$H_M = H_{CT1} + K_1 Q_1^m \quad (7)$$

Худди шу каби

$$H_M = H_{CT2} + K_2 Q_2^m \quad H_M = H_{CT3} + K_3 Q_3^m$$

Юқорида кўрган 4 та тенгламада 4 та номаълум мавжуд

$$\begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ H_M = H_{CT1} + K_1 Q_1^m \\ H_M = H_{CT2} + K_2 Q_2^m \\ H_M = H_{CT3} + K_3 Q_3^m \end{cases}$$

$$H_{CT1} + K_1 Q_1^m = H_{CT2} + K_2 Q_2^m = H_{CT3} + K_3 Q_3^m$$

Назорат учун саволлар:

1. Оддий трубопроводлар ва муркаб трубопроводлар, уларни гидравлик ҳисоблаш.
2. Босимли трубопроводлар, босимсиз трубопроводлар.
3. Узун ва қисқа трубопроводлар.
4. Кетма-кет уланган трубопроводларни гидравлик ҳисоблаш.
5. Параллел уланган трубопроводларни гидравлик ҳисоблаш.
6. Тармоқланган трубопроводларни гидравлик ҳисоблаш.
7. Содда ва мураккаб трубопроводлар.
8. Трубопровод учун талаб килинган босим.
9. Кетма-кет уланган трубопроводларни ҳисоблаш.
10. Параллел уланган трубопроводларни ҳисоблаш.
11. Трубопроводларнинг гидравлик характеристикаси.

Х – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Насос учун ишлатиладиган ва катта идишга уланган трубопроводларни гидравлик хисоблаш

Режа:

1. Очик циркуляцияли трубопроводларни хисоблаш.
2. Ёпиқ циркуляцияли трубопроводларни хисоблаш
3. Бир идишдан иккинчи идишга штувчи трубаларни хисоблаш.
4. Сифонли трубаларни хисоблаш.

Насос қурилмасида трубопроводлар 2 хил системада ишлатилади, биринчи очик система бўлиб, бундан насос трубопровод орқали суюқликни бирор идишдан бошқа бир идишга узатилади.

Иккинчи ёпиқ система бўлиб, унда хайдалган суюқлик яна сурилади.

Энди биринчи очик системани кўрайлик. Бу ерда H_1 - сурувчи геометрик баландлик дейилади, H_2 - хайдовчи геометрик баландлик дейилади. О-О ва 1-1 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзсак ($\alpha = 1$ деб олсак)

$$\frac{P_0}{\rho g} = H_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + \Sigma h_{0-1} \quad (10)$$

2-2 ва 3-3 кесимлар учун Бернулли тенгламасини ёзсак

$$\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} = H_2 + \frac{P_3}{\rho g} + \Sigma h_{2-3} \quad (11)$$

(11) тенгламининг напор тарафи бирлик массага берилган суюқлик энергиясини ифодалайди.

Худди шу каби суюқлик энергияси насосга киришда (10) тенгламадан

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_0}{\rho g} - H_1 - \Sigma h_{0-1} \quad (12)$$

Насосда суюқлик энергиясини ўзгаришини куйидагича ёза оламиз.

$$H_{нас} = H_{нас2} = H_{нас1} = \left(\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} \right) = H_1 + H_2 + \frac{P_3 - P_0}{\rho g} + \Sigma h_{0-1} + \Sigma h_{2-3}$$

ёки

$$H_{нас} = \Delta z + \frac{P_3 - P_0}{\rho g} + KQ^m$$

деб олсак

$$H_{нас} = \Delta z + \frac{P_3 - P_0}{\rho g}$$

$$H_{нас} = H_{СТ} + KQ^m$$

Таянч сўз ва иборалар

Циркуляцияли трубопроводлар, насос, сурувчи геометрик баландлик, хайдовчи геометрик баландлик, сифон, талаб қилинган босим, характеристика, суюқлик сарфи, тезлик, қаршилик коэффициенти, Бернадо формуласи.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Насоснинг сурувчи ва босимли трубалари алоҳида хисобланади, бунга сабаб нима?

2. Ёпиқ циркуляцияли трубопроводларда кенгайтирувчи бак қўйилади, нима учун?

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{ТК}}$$

Турбулент харакатли хажмий насос учун характеристика

Ёпиқ система учун $z = 0$ ва $V_1 = V_2$ у холда

$$H_{\text{ТК}} = \Sigma h = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

Ёпиқ циркуляцияси системада албатта кетайтирувчи бак бўлиши керак, бу бак насосдан олдим минимал босим бўлган жойга уналади.

Кетайтирувчи бак хисобига

$$P_1 = P_0 + H_0 \rho g$$

Суюқликнинг бир идишдан иккинчи идишга оддий трубопровод орқали оқиб ўтиши

Иккита А ва В катта хаттали идишлар (резервуар) берилган бўлсин

Бу идишлар узунлиги ва диаметри бўлган трубопровод орқали тупаштирилган. Энди шу трубопроводдан утаётган суюқликнинг сарфини ва тезликни топиш учун А ва В кесимлар учун О-О кесимча нисбатан Бернулли тенгламасини тузамиз.

$$z_a + \frac{P_a}{\rho g} + \frac{V_a^2}{2g} = z_b + \frac{P_b}{\rho g} + \frac{V_b^2}{2g} + \Sigma h_{ab} \quad (1)$$

агар V_a ва V_b тезликларни бошқа параметрларга нисбатан жуда кичик деб олсак $V_a \ll 1$ ва $V_b \ll 1$ бўлади, бундан

$$\frac{V_a^2}{2g} \approx \frac{V_b^2}{2g} = 0$$

$$\Delta z = z_a - z_b$$

$$\Delta z + \frac{P_a - P_b}{\rho g} = \Sigma h_{a-b}$$

$$H = \Delta z + \frac{P_a - P_b}{\rho g} = \Sigma h_{ab}$$

Бу ерда $\Sigma h_{a-b} = \Delta h_l + \Delta h_M$

$$\Delta h_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta h_M = \Sigma \zeta \frac{V^2}{2g}$$

$$\Sigma h_{a=b} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{V^2}{2g}$$

(3) тенгламани (2) га куйсак

$$H = \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{V^2}{2g}$$

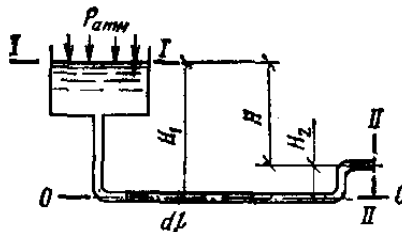
бу ерда трубопроводдаги суyoқлик тезлиги V

$$V = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{2gH} \quad (4)$$

суyoқлик сарфига эса

$$Q = \frac{S}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{2gH} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{2gH}$$

Суyoқликнинг трубопровод орқали хавога oқиб чиқиши



24-расм.

1-1 ва 2-2 кесимлар учун Бернулли тенгламасини тузсак.

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_{1-2}$$

Агар $z_1 = H$ бўлса $V_1 < 1$ бўлса яони $\frac{V_1^2}{2g} > 0$, $V_2 = 0$, $z_2 = 0$ бўлса, у холда

$$H + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + \Sigma h_{1-2}$$

$$H + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} = \frac{V^2}{2g} + \Sigma h_{1-2}$$

$$\Sigma h_{1-2} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{V^2}{2g}$$

У холда

$$H + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} = \frac{V^2}{2g} + \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{V^2}{2g} = \left(1 + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{V^2}{2g} \quad (7) \text{ дан}$$

$$V = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{\left(H + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} \right) 2g} \quad (8)$$

агар $P_1 = P_2 = P_{атм}$ бўлса у холда

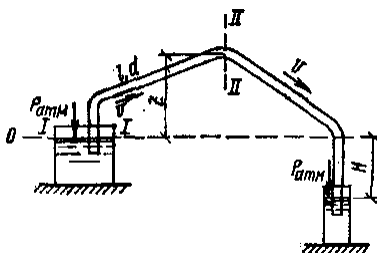
$$V = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{2gH}$$

суюқлик сарфи эса

$$Q = VS = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \zeta}} \cdot \sqrt{2gH}$$

Сифонли трубопроводнинг гидравлик ҳисоби

«Сифон» - сузи грекча бўлиб «трубка» – деган манони англатади. Суюқликнинг сатхидан баландга трубопроводда суюқликни кўтарилишга сифон дейилади.



25-расм. Сифонли труба

Агар $n-n$ кесимида суюқликнинг тинч ҳолатда деб фараз қилсак ва кесимининг чап тарафида P_1 босим, уни тарафида P_2 босим бўлади.

$$P_1 = P_0 + (-h \cdot \gamma)$$

$$P_2 = P_0 + (-h \cdot \gamma)$$

Бундан кўринадики $P_1 > P_2$

Назорат учун саволлар:

1. Очиқ циркуляцияли трубопроводларни гидравлик ҳисоблаш.
2. Ёпиқ циркуляцияли трубопроводларни гидравлик ҳисоблаш.
3. Гидропровод ва насоснинг характеристикаси.
4. Сууюқликнинг бир идишдан иккинчи идишга трубопровод орқали оқиб ўтишини ҳисоблаш.
5. Сууюқликнинг трубопровод орқали очиқ ҳавога оқиб чиқиши.
6. Сифонли трубопроводлар.
7. Сурувчи (босимли) трубопроводларни ҳисоблаш
8. Хайдовчи (босимли) трубопроводларни ҳисоблаш.
9. Бир идишдан иккинчи идишга утувчи трубопроводларни ҳисоблаш.
10. Насосли трубопроводларни ҳисоблаш.

XI – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидравлик зарб

Режа:

1. Гидравлик зарбни ҳосил бўлиши.
2. Зарб тўлқини.
3. Жуковский формуласи.
4. Гидравлик зарбни сусайтириш усуллари.
5. Гидравлик таран.

Гидравлик зарба ходисаси

Трубаларда гидравлик зарба ходисаси деформациялануви трубалардаги кам сиқилувчисуюқликнинг тезлиги ёки босими кескин ўзгарганида ҳосил бўладиган тебранма ҳаракатдан иборатдир. Бу ҳодиса тез содир бўлиб, босимнинг кескин ортиши ва камайиши билан характерланиди. Босимнинг бундай ўзгариши суюқликнинг ва труба деворларининг деформацияланиши билан боғлиқдир.

Гидравлик зарба кўп ҳолларда жўмрак ёки оқимнинг боқарилиши билан курилманинг тез очилиши ёки ёпилиши натижасида содир бўлади. Бу ҳодисалар ҳам сабаб бўлиши мумкин. Трубалардаги гидравлик зарба ҳақида марта проф. Н.Е.Жуковский назарий асослаган ва тажрибадан ўтказган унинг «Гидравлик зарб ҳақида», номли асарида (1899 й.) эолон қилинган. Суюқлик v_0 тезлик ва p_0 босим билан ҳаракат қилаётган трубанинг охиридаги кран жўмрак “Ж” бир онда ёпилсин дейлик. У ҳолда кран (ёпилганидан сўнг) биринчи етиб келган суюқлик заррачаларининг тезлиги сўниб уларнинг кинетик энергиялари трубанинг деворларини ва суюқликни деформациялаш ишига айланади. Бу ерда гидравликнинг аввал кўрилган бўлимларидаги каби суюқлик сиқилмайди деб ҳисобламай, унинг сиқилиши оз миқдорда бўлса ҳам ҳисобга олишга тўғри келади, чунки шу сиқилиш катта ва чекли миқдордаги зарба босими Δp_3 ни вужудга келтиради. Шундай қилиб жўмрак олдида ҳосил бўлган Δp_3 кўшимча босимга мос равишда труба деворлари чўзилиб, суюқлик сиқилади. Жўмрак олдида тўхтатилган суюқлик заррачаларига қўшни бўлган заррачалар ҳам етиб келади ва уларнинг ҳам тезликлари сўнади.

Натижада босим ошиш чегараси (а-а кесим) жўмракдан таоминловчи идиш томонга, зарба тўлқинининг тезлиги деб аталувчи а тезлик билан силжиб боради. Босими Δp_3 га ўзгарган соҳанинг ўзи эса зарба тўлқини деб аталади. Бу тўлқин идишга етиб борганда эса, суюқлик бутун труба бўйича тўхтаган ва сиқилган бўлиб,

Таянч сўз ва иборалар

*Гидравлик зарб,
тўлқин, тўлқин
тезлиги, босимни
ортиши, босимни
камайиши, зичлик,
гидравлик таран,
суюқлик тезлиги, зарб
тўлқини, зарб босими,
эластиклик босими,
зарб босими,
Жуковский формуласи.*

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Трубопроводларда гидравлик зарб ҳосил бўлади, бунга қайси омиллар таъсир қилади?
2. Гидравлик зарб труба материали ва девор қалинлигига боғлиқ, бу боғланиш қандай бўлади?

труба деворлари эса бутунлай чўзилган бўлади. Босимнинг зарбали ортиши Δp_3 эса труба бутунлай тарқалган бўлади. Лекин трубадаги суюқлик кенг вазнли ҳолатда бўлмайди. Босимлар фарқи Δp_3 таъсирида суюқлик трубадан идишга ооқа бошлайди. Бу оқим идишнинг бевосита олдида турган зарралардан бошланиб, унинг ченгараси (а-а кесим, тескари йўналишда) кран томонга а тезлик билан ҳаракат қилади ва кетида тикланган p_0 босимли v_0 тезликка эса суюқлик оқимин қолдиради. Суюқлик ва труба дворлари эластик деб қаралиб, p_0 босими тикланиши билан ўз ҳолига қайтади. Деформация иши қайта кнетик энергияга айланиб, суюқлик яна аввалги v_0 тезлигига эса бўлади ва тескари йўналишда оқа бошлайди. Суюқлик устуни ана шу тезлик билан оқишда давом этиб, жўмракдан узилишга интилади. Натижада крандан идишга а тезликда ҳаракат қилувчи манфий зарра тўлқини вужудга келади ва у босимни Δp_3 га камайтириб, труба деворини торайтириб, суюқликни кенгайтиради. Суюқликнинг кинетик энергияси эса яна деформация ишига айланади, лекин бу иш энди манфий бўлади. Бу ҳаракат давом этиб бориб, манфий зарра тўлқини ҳам идишга етиб келади. Мусбат зарба тўлқинидаги бу каби ҳолат ҳам тенг вазнди бўлмайди ва натижада трубада яна босим тиклана бошлайди, суюқлик эса v_0 тезликка эришади. Идишдан қайтган зарба тўлқини жўмракка етиб бориши билан жўмрак ёпилгандагина ўхшаш ҳодиса яна вужудга келади. Шундан сўнг бутун цикл такрорланади.

Н.Е.Жуковский тажрибаларида бундай циклнинг 12 марта такрорланиши қайд қилинган, лекин ҳар бир навбатдаги циклда, ишқаланиш кучи ва энергиянинг идишдаги суюқликка ўтиши натижасида Δp_3 камайиб борган. Гидравлик зарбанинг вақт давомида ўтиши 50-расмда диаграмма кўринишда тасвирланган. Диаграмма жўмрак бир онда ёпилган деб қараб, жўмракнинг олдидаги к нуқтадаги босимнинг назариядаги ўзгариши Δp_3 туташ чизик билан тасвирланган. Трубанинг ўртасида в нуқтага зарба босими $\frac{l}{2a}$ вақтга кечикиб келади ва тўлқиннинг бу нуқтадан идишга

бориб қайтиб келгунича, яони $\frac{l}{a}$ вақт сақланиб туради. Сўнг в нуқтада босим p_0 га тикланади (яони $\Delta p_3=0$) ва шу ҳолда тескари тўлқин етиб келгунча $\frac{l}{a}$ вақт сақланади.

Босимнинг ҳақиқий ўзгариши ҳам бўлиб, у пнуктир чизик билан ифодаланган. Бундай кўринадики ҳақиқий босим графиги тик ўзгаргани билан, бу ўзгариш кескин эмас. Бундан ташқариш, тебраниш сўниб боради, яони унинг амплитудаси энергиянинг сарф бўлиш ҳисобига камайиб боради.

Гидравлик зарба вақтида бўладиган ўзгаришларни ва зарба кучини ҳисобга олиш учун зарба босими Δp_3 нинг қийматини аниқлаш керак. Бунинг учун зарба босими остида суюқликнинг сиқилган ҳоли учун ҳаракат миқдорини ўзгариши ҳақидаги теоремани қўллаймиз. Шу мақсадда трубадаги суюқликнинг dx элементар масофага dt вақтда силжишини кўрамиз. Бунинг учун бирор вақтда трубадаги суюқликнинг жўмрак олди даги Δl бўлаги зарба таъсирида сиқилган бўлсин. У ҳолда суюқликка идиш томонидан $P_1=p_0S$ босим кучини, кран томонидан эса $P_2=(p_0+\Delta p_3)S$ кучи dt вақт таъсир қилади. Суюқликнинг зарба етиб келмаган қисмининг ҳаракат миқдори ρsv_0dx , зарба таъсири остидаги қисмининг ҳаракат миқдори $\rho s.Q.dx$ бўлади. Шундай қилиб, кўрилаётган ҳолда ҳаракат миқдорининг ўзгариши ҳақидаги теорема қўлланган мувозанат тенгламаси куйидагича ёзилади:

$$(p_0 + \Delta p_3) S dt - p_0 S dt = \rho S v_0 dx$$

Бу тингликдан

$$\Delta p_3 S dt = \rho S v_0 dx$$

ёки

$$\Delta p_3 = \rho v_0 \frac{dx}{dt}$$

Бу ерда $\frac{dx}{dt}$ - зарба тўлқининг тарқалиш тезлиги.

$$a = \frac{dx}{dt}$$

дан иборат ва охири тенглама қуйидагича ёзилади:

$$\Delta p_3 = \rho v_0 a$$

Бу формула Н.Е. Жуковский формуласидир. Ундан кўринатидики, гидравлик зарба босими суюқликнинг зичлиги, тезлиги ва шу суюқликда тўлқин тарқалиши тезлигига пропорционал бўлиб уларнинг кўпайтмасига тенг. Агар суюқликда тўлқин тарқалиш тезлигини аниқласак, тезликни ўлчаб (зичлик жадвалларидани маолум), формула ёрдамида зарба босимини топа оламиз. Шунини айтиш керакки, а суюқликнинг ва трубанинг эластиклик хоссаларига боълиқ. Бу боълиқликни аниқлаш учун трубадаги суюқлик кинетик энергиясининг деформацияга сарф бўладиган ишга айланишини текшираемиз. Радиуси R бўлган трубадаги суюқликнинг кинетик энергияси қуйидагича тенг:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{2} \pi R^2 l \rho v_0^2$$

Трубани деформациялашга кетган иши A_1 кучининг чўзилишга кўпайтмасининг ярмига тенг. Деформация ишини зарба кучининг ΔR йўлга сарф бўлган иш сифатини топамиз:

$$A_1 = \frac{1}{2} \Delta p_3 2 \pi R l \Delta R$$

Гук қолнунига асосан

$$\sigma = E \frac{\Delta R}{R}$$

Бу ерда σ - труба деворидаги нормал зўриқиш, у трубанинг қалинлиги δ ва зарба кучи Δp_3 билан қуйидагича боъланган:

$$\sigma = \frac{\Delta p_3}{\delta} R$$

Бу муносабатлардан фойдаланиб трубани деформациялаш ишини қуйидагича ёзимиз:

$$A_1 = \frac{\Delta p_3^2 \pi R^3 l}{\delta E}$$

Энди трубадаги суюқликни Δl масофадаги (52-расм) сиқиш иши A_2 ни топамиз. Бунда сиқилган суюқлик сарфи $S \cdot l$ десак,

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot S \Delta l \Delta p_3 = \frac{\pi R^2}{2} \Delta l \cdot \Delta p_3$$

Гук қонунига ўхшаш, суюқликнинг чизиқли чўзилиши харба кучи билан қуйидагича боъланган:

$$\Delta p_3 = K \frac{\Delta l}{l}$$

бу ерда K -суюқликнинг эластикли модули. У ҳолда

$$A_2 = \frac{1}{2} \frac{\Delta p_0^2 \pi R^2 l}{K}$$

Кинетик энергия A_1 ва A_2 ишларнинг қиъиндисига тенг, яони

$$\frac{1}{2} \pi R^2 \rho v_0^2 \frac{\Delta p_0^2 \pi R^3 l}{\delta E} + \frac{\Delta p_0^2 \pi R^2 l}{K}$$

Бу тенгламани Δp_3 га нисбатан ексак

$$\Delta p_3 = \rho v_0 \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}}$$

Н.Е.Жуковский формуласини умумийроқ кўринишда топдик. Охирги икала формулани солиштирсак, суюқликда тўлқин тарқалиш тезлиги учун қуйидаги формулани оламиз:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}}$$

Бу микдорнинг ўлчови тезлик ўлчовига тенг. Унинг физик маносини аниқлаш учун трубани деформацияланмайдиган (яони $E = \infty$) деб қараймиз. У ҳолда илдиз остидаги иккинчи ҳад нолга айланади ва

$$a = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

бўлиб қолади. Охирги формула зичлиги ρ ва эластикли модуоли K бўлган бир жинсли суюқлик учун товуш тезлигидан иборатдир. Шундай қилиб, трубаларда гидравлик зарба тўлқинининг тарқалиш тезлиги формула ёрдамида ҳисобланади. Бц тезлик сув учун 1435 м/с, бензин 1116 м/с, ёълар учун 1400 м/с деб тахминий ҳисоблаш мумкин. Албатта, трубанинг материалига қараб у кўпроқ ёки камроқ бўлади.

Гидравлик зарбани сусайтириш усуллари

Гидравлик зарба таъсирини сусайтириш турли усуллари билан амалга оширилади.

Биринчи усул - жўмракнинг кескин очилиш ёки ёпилиш вақти t ни узайтириб, $t > \frac{2l}{a}$ га тенг етказиш йўли билан тўъри гидравлик зарбани йўқотиб, Δp_3 ни камайтириш. Бу иш, одатда дроселли реле ёрдамида бажарилади. Одатда, жўмракнинг ҳолати (очиқ ёки ёпиқлиги) суюқлик трубапроводга реле орқали ўтгани учун унинг сарфи (демак, тезлиги) пружинали клапан ёрдамида аста-секин ўзгариб, маолум вақтдан кейин керакли қийматга етади. Таърибаларнинг кўрсатишича

трубалар зарбасиз туташтириш босимнинг ўзгариши 22 МН/м^2 атрофида ва $t.0,1 \text{ с}$ бўлганда ишончли таоминланади.

Иккинчи усул - трубаларга гидравлик зарбани сўнгдиргич (компенсатор) лар ўрнатиш. Сўнгдиргичлар трубадаги суюқликка нисбатан юқори сиқилувчанлик хусусиятига эга бўлган эластик элементли идишлар бўлби, турли конструктив тузилишга эга. Энг кўп тарқалган сўнгдиргичлар эластик элементи пружина ва газ бўлган поршенли, мембранали ва клапанли сўнгдиргичлардир. Сўнгдиргичлар, одатда, зарба туъдирувчи (жўмрак) ёки зарбадан ҳимояланувчи қисм ёнига ўрнатилади. Улар ёрдамида зарба босимининг камайиши сўнгдиргичга суюқлик оқими билан бирга келган кнетик энергиянинг эластик элементлар томонидан ютилиш ҳисобига амалга ошади. Сўнгдиргичнинг эластик элементи қанча кўп деформацияланса, ютилган энергия ҳам шунча кўп бўлади. Шунинг учун эластик элементнинг эластик характеристикаси имкон берган чегарада мумкин бўлган деформациянинг ўзгармас бўлишига ҳаракат қилиш керак бўлади. Бу эса газли сўнгдиргичларда газ бўлмасини шундай танлаб олишни тақозо қиладики, зарба тўлқининг ютилишида босимнинг ўзгариши минимал бўлиши керак. Амалда бундай сўнгдиргичларда газ бўлмасининг ҳажми трубадаги суюқликнинг икки секундлик сарфига тенг қилиб олинади, бошланьич босими эса магистралдаги максимал босимдан кўпроқ бўлиши зарур.

Поршенли сўнгдиргичларнинг камчилиги уларнинг инетлиги бўлиб, бу поршеннинг массаси ва ишқаланиш кучига боълиқлиги ва унга труба билан сўнгдиргични туташтирувчи каналдаги суюқликнинг инертлиги кўшилади. Бу кучлар зарба тўлқининг сўнгдиргич поршенининг таъсири натижасида гармоник тебраниш вужудга келишига сабаб ва натижада сўнгдиргич ҳамда трубадаги босим тебраниши кўшилиб, каналдаги босим зарба босимидан ошиб кетиши мумкин. Натижада сўнгдиргич зарба энергиясини ютиш ўрнига кучайтириш мумкин. Инертликни камайтириш мақсадида сўнгдиргични газ ёки суюқликни ажратувчи эластик мембрана билан таоминланади. Юқоридаги айтилганидек сўнгдиргичда тебранма ҳаракатнинг пайдо бўлиши ва зарба тўлқининг кучайишига труба билан сўнгдиргични туташтирувчи каналнинг узунлиги ва диаметрининг таъсири бор эканлиги тажрибалардар текширилган. Шунинг учун каналнинг узунлиги ва диаметрини тўлқинларга кароқ таъсир қиладиган қилиб танлаб олинади. Зарба тўлқинларини клапанли сўнгдиргичлар ёрдамида ҳам сусайтириш мумкин. Бу ҳолда клапан ва энергияни ютувчи эластик элементларнинг инертлигини иложи борича камайтиради.

Калпанли сусайтиргичга кирган суюқликнинг эластик элементга таъсирини камайтириш ва унинг яқинроқ ишлашини таоминлаш учун суюқликнинг атмосферага оқиб кетишига хизмат қилувчи қисми бўлади.

Учинчи усул - гидравлик зарба пайдо бўлиши кутирадиган трубанинг узунлигини ошириш. Бу ҳолда қаршилиқ кучининг ҳисобига энергиякамайиши ва зарба тўлқини даврининг ортиши натижасида тўбри зарбани йўқотиш йўли билан зарба тўлқининг таъсири камайтиради.

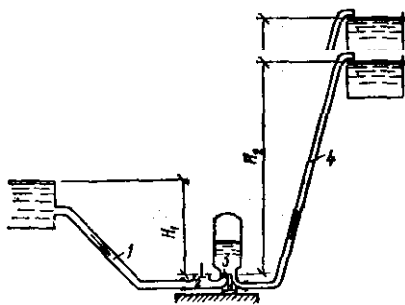
Гидравлик зарбадан амалда фойдаланиш

Техникада баози ҳолларда гидравлик зарбадан ҳам фойдаланиш мумкин. Масалан, гидравлик зарба энергиясидан суюқликни юқороига кўтариш учун фойдаланилади. Шу мақсадда ишлатиладиган қурилма гидравлик таран дейилади.

Гидравлик тараннинг тузилиши жуда содда бўлиб, унинг асосий қисмлари ҳаво қалпоғи ва ҳабарчи калпандан иборатдир.

Таоминловчи идиш 1 дан труба 2 орқали оқаётган суюқлик клапан 3 орқали оқаётган бўлади.

Гидротаран иш циклининг бу даври тезланиш даври дейилади. Клапан 3 га киришда оқимнинг кесими торайиб боради (тирқиш 4) ва Бернулли принципига асосан суюқликнинг тезлиги ортиб, босими камайиб боради. Натижада кесимнинг энг торайган ерида босим шунчалик камайдикки, клапан 3 пружинанинг қаршилини енгиб, тирқиш 4 ни ёпиб қўяди. Бу ёпилиш бир онда



54-расм. Гидравлик таран.

(секунтнинг кичик улушларида) бўлгани учун системада гидравлик зарба тарқалади. Гидравлик зарба босими таъсирида клапан 6 очилиб, ҳаво қалпоғига суюқлик зарб билан киради ва ундаги

ҳавони сиқади. Шу билан бирга зарба кучи суюқликнинг бир қисмини ҳайдаш труба 7 орқали қабул қилувчи идиш 8 га чиқариб беради. Гидротаран иш циклининг бу даври ҳайдаш даври дейилади. Зарба босими ҳаво қалпоғида сўниб ва труба таоминловчи идиш сатҳ баландлини H_1 билан ифодаланувчи нормал бочим тикланади ёки тескари зарба ҳосил бўлиб, трубада босим камаяди. Натижада клапан 3 очилиб, гидротаранда цикл яна такрорланиши учун шароит вужудга келади. Гидротаранларни ҳисоблашда фойдали иш коэффициентини аниқлаш учун Эйтелрвейн қуйидаги формулани таклиф қилган:

$$\eta = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{H_2 - H_1}{H_1}}$$

бу ерда H_1 , H_2 - таоминловчи ва қабул қилувчи идишдаги суюқлик сатҳининг баландлиги.

Баозида зарба босими Δp_3 ни камайтиришдан кўра системанинг заиф қисмларининг мустаҳкамчилигини оширишни афзал кўрилади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Гидравлик зарба қачон пайдо бўлади?
2. Жуковский формуласини тушунтиринг.
3. Гидравлик зарбадан фойдаланиш усуллари айтинг.
4. Гидравлик зарбани сусайтириш усуллари қандай.
5. Ҳаво болишларини ҳосил қилиш нима учун зарур.
6. Гидравлик зарбада босим фазалари нима.
7. Гидравлик зарбани сўниши деганда нимани тушунасан.
8. Гидравлик зарб босимини сусайтиришни қандай усуллари бор?
9. Гидравлик зарб босимидан фойдаланиш хақида тушунча беринг?
10. Гидравлик зарбадан амалда қандай фойдаланилади?

ХП – МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидромашиналар

Режа:

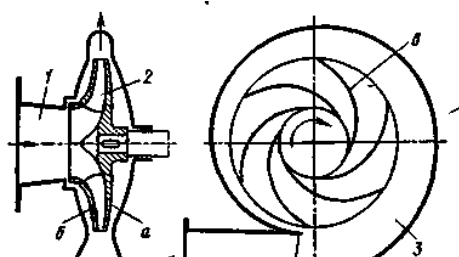
1. Гидромашиналар хақида тушунча.
2. Насосларни гурухлаш.
3. Хажмий насослар.
4. Тишли насослар
5. Пластинкали насослар
6. Поршинли насослар.

Гидромашиналарда ҳаракатланувчи турли иш қисмлари ёрдамида суюқлик ёки газларга энергия берилади ва бу энергиядан турли мақсадларда фойдаланади ёки суюқлик, газ энергияси бошқа механизмларнинг иш қисмларини ҳаракатга келтиради.

Насослар ва гидродвигателлар гидромашиналарнинг шундай турларига кирадики, уларда суюқлик энергия қабул қилиб олувчи ёки энергия билан таоминловчи иш жисми вазифасини бажаради. Бунда гидромашинанинг иш қобилияти у орқали утган суюқлик энергиясининг ўзгариш миқдорида боғлиқ.

Таянч сўз ва иборалар

*Гидромашиналар,
насослар, хажмий
насослар, тишли
насослар, пластинкали
насослар, поршенли
насослар, марказдан
қочма насослар, роторли
насослар, оқимчали
насослар, насоснинг
босими, насоснинг иш
унумдорлиги.*



26-расм. Марказдан ёқчма насос схемаси

1 — подвод; 2 — рабочее колесо; 3 — отвод; 4 — диффузор; 5 — язык

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Динамик ва хажмий насослар бир-бирдан фарқ қилади, нима учун?
2. Сув таъминотида кўпроқ марказдан қочма насослар ишлатилади. Нима учун?

Шунинг учун ишлаб чиқариш талабига қараб гидромашиналарни суюқлик билан купрок ёки камрок миқдорда энергия алмашадиган қилиб қурилади ва улар ўзининг тузилиши, турли параметрларининг катта кичиклиги ва параметрларигига қараб ишлаб чиқаришнинг тегишли соҳаларида фойдаланилади.

Насослар суюқликларга энергия берувчи машиналар турига киради. Бунда суюқликлар насос орқали утади ва уларнинг энергияси ортади.

Бу энергия ёрдамида суюқлик устида аётилган ишларни бажариш мумкин.

Насослар суюқликка берган энергиясига ёки узидан қанча суюқлик ўтказа олишига қараб турли грухларга бўлинади ва бажарган вазифасини қайси усулда амалга оширишига қараб турлича номланади.

Насосларнинг бахзи турларидан ёки газни бошқа жойга кучириш йули билан сийракланиш хосил қилиш учун фойдаланилади. Бундай насосларда суюқликка энергия бериш урнига вакуум насослар дейилади.

Вентиляторларнинг ишлаш принциплари марказдан кочма суюқлик урнида хаво ёки газларга энергия бериб ҳаракатга келтирилади. Вентилятор хавонинг энергиясини куп оширмасада, узидан куп миқдорда хаво ёки газни ўтказа олади.

Насосларга тесқари иш бажарувчи яони суюқликдан энергияни олиб уни ҳаракат кўринишига бошқа механизмларга узатувчи машиналар гидродвигателлар дейилади. Гидродвигателлардан суюқлик утганда унинг энергияси камайди. Бу камайган энергия хисобига гидродвигателнинг иш қисми ҳаракатга келиб, бу ҳаракат бошқа механизмга берилади.

Суюқликлар иштирокида бир механизмнинг иккинчи механизмни ҳаракатига келтиришига асосланган механизмлар гидравлик узатмалар дейилади.

Гидравлик узатма бир агрегатда икки хил паррақли машинадан яони марказдан кочма насосдан ва гидравлик турбинадан биргаликда фойдаланувчи қурилмадан иборат. Унда энергия электр двигателидан гидродвигателга суюқлик оқимли ёрдамида берилади. Гидравлик узатмалар катта энергия сизимига эга бўлиб, кинетик имкониятлари деярлик чекланмаганлиги туфайли машинасозлик техникасининг турли соҳаларида кенг қўлланилмоқда.

Ишлаш принципага қараб гидравлик узатмалар ҳажмий ва гидродинамик турларга бўлинади.

Ҳажмий гидравлик узатмаларда энергия етакловчи валга ҳажмий насослар ёрдамида статик босим сифатида узатилиб гидродвигателни ишга туширади.

Гидродинамик узатмалар паррақли гидромашиналар ёрдамида ишлайди. Гидродинамик узатмалар иккига бўлинади:

- 1) гидроплашгич ёки гидромуфтлар;
- 2) гидротрансформатор ёки турботрансформатор.

Гидравлик системаларда босим ва суюқлик сарфини ортиб кетиши ёки камайиши холларида бўлади. Бу холларни меҳёрлаштириш учун гидроаккумуляторлардан фойдаланилади.

Насосларнинг гурухлаш

Насосларни гурухлаш турлига бўлиб, уларни тузилиши, турли параметрлари, суюқликка энергия бериш усули ва бошқаларга қараб гурухлаш мумкин.

Насослар ишлаш принципага қараб:

1. Динамик.
2. Ҳажмий.
3. Оқимчали насослар.

Динамик (кўрақли) насослар: марказдан кочма ўқий, пропеллерли, уюшмали насосларга бўлинилади. Тузилиши ва ишлаш принципи бир хил бўлгани учун вентиляторларни ҳам кўрақли насослар икки киритиш мумкин.

Хажмий насослар икки катта гурухга бўлиниб, улар поршенли ва роторли бўлади. Поршенли насослар аксиалр поршенли ва радиал поршенли бўлади. Роторли насослар шестерняли, шиберли бўлади.

Оқимчали насослар эса эжектор, инжектор ва гидроэлеваторларни уз ичига олади. Динамик насосларда суюқликнинг тезлигини ортириб кинетик энергия берилади ва кинетик энергияси оширилади.

Хажмий насосларда статик босим ортирилади, асосан потенциал энергия хосил қилинади.

Оқимчали насосларда суюқликка насос корпусидан катта тезлик билан утаётган иш суюқлиги ёрдамида энергия берилади.

Хажмий насослар

Хажмий насослар суюқликнинг маълум бир хажмини ажратиб олиб, унга куч таъсир қилиш йули билан ҳаракатга келтиради. Ажратиб олинган хажм жуда кичик бўлишига қарамай, жараён вақт бирлиги ичида жуда кўп такрорланлиги учун етарли миқдорда суюқликни хайдай олади.

Хажмий насослар суюқликнинг потенциал энергиясини ошириб беради. Хажмий насосларнинг сарфлари катта бўлмайди, лекин юқори босим олиш мумкин. Хажмий насослар суюқларга сиқувчи кучнинг қайси усулда беришига қараб иккига бўлинади:

1. Поршенли насослар.
2. Роторли насослар.
 - 1.1. Валли насослар. 1.2. Тўъри таъсирли насослар.
 - 1.1.1. Кривошипли насослар. 1.1.2. Кўрачокли насослар.
 - 1.1.2.1. Таксимловчи клапанли насослар. 1.1.2.2. Таксимловчи клапансиз насослар.
 - 2.1. Коловоротли насослар. 2.2. Кулисали насослар.
 - 2.1.1. Текис коловоротли насослар. 2.1.2. Винтли насослар.
 - 2.1.1.1. Шестерняли насослар. 2.1.1.2. Кулачокли насослар.
 - 2.2.1. Айланма поршенли насослар. 2.2.2. Пластинкали насослар.
 - 2.2.1.1. Радиал поршенли насослар. 2.2.1.2. Аксиал поршенли насослар.

Тишли насослар

Тишли насослар *ташқи илашувли* ва *ички илашувли* бўлади. Кўп қўлланиладигани ташқи илашувли тишли насослардир. Тишли илашувли тишли насослар – узаро илашувчи жуфтли тишли шестерналардан иборат бўлади.

Тишлардан бири етакловчи иккинчи етакланувчи бўлади. Тишли насослар тузилишининг соддалиги учун техникада кенг қўлланилади. Унинг афзалликларидан яна бири унинг кичик хажмга эгаллиги ва енгиллигидир. Бу насос анча чидамли. Тишли насосларнинг максимал босими 100 кг/см^2 , унумдорлиги 1000 л/мин гача боради. Тишли насосларнинг валининг айланиш частотаси 2000 об/мин гача бўлади.

Тишли насосларнинг унумдорлиги

Тишли насосларнинг унумдорлигини хисоблашга тишларнинг узаро илашувида хажмининг ўзгариши орқали топилади. Тишларнинг бир айланиб чиқишда хажмининг ўзгариши қуйидагича хисоблаш мумкин.

$$q = 2\pi d_H mb$$

$$d_H = mz \text{ эканидан}$$

$$q = 2\pi zm^2 b \text{ бўлади}$$

$$Q = qn = 2\pi zm^2 bn$$

бу ерда Z - тишлар сони

m - тишнинг модули

b - тишнинг эни

n - бир минутдаги айланишлар сони.

Суюқлик босимини орттириш учун куппоганали тишли насослар қўлланади. Битта агрегатда бир нача жуфт тишли гилдиракларнинг кетма-кет ёки параллел жойлаштириш билан насоанинг босими ва унумдорлиги оширилади.

Насосдаги босимнинг ўзгарувчанлиги

Насоснинг ишлашидан кўринадикки, насос тишларининг бирданига жипслануви натижасида насоснинг босимини периодик тарзда ўзгаришига олиб келади, бу ўзгариш функцияси:

$$\beta = \frac{2\pi}{z} \text{ бўлади}$$

$$\delta = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{cp}}}$$

Бу хосил бўладиган босимнинг циклик ўзгаришини камайтириш учун насоснинг корпусида махсус канал келинган бўлиб бу канал орқали босим ўзгариши тартибга келтирилади.

Тишли тўри тишли ва қия тишли бўлади. Тўри тишли насосларда тишлар бир бири билан барча қисми бўйича бир пайтда жипслашади. Бу жипслашиш насосда шовкин хосил қилади ва насоснинг тишининг тез ейилишига олиб келади. Қия тишли насосда юқоридаги камчиликлар бўлмамайди ва бу насосда босимнинг пулрсацияли ўзгариши жуда кам бўлади.

Ички илашувли тишли насослар

Бу насос ташқи илашувли насосга қараганда анча мураккаб ясалади лекин, ўзининг хажмига тенг бўлган ташқи илашувли насосга қараганда купрок унумдорликка эга. Хосил қиладиган босими эса кам бўлади 40 кг/ кв.см гача.

Пластинкали насослар

Пластинкали насослар бир қарали, икки каррали, уч каррали ва турт каррали бўлади. Бир каррали пластинкали насослар бошқариладиган ва бошқарилмайдиган бўлади. Куп каррали насослар эса бошқарилмайдиган бўлади. Лекин куп каррали насослар бир каррали насосларга қараганда юқори босимли бўлади.

Пластинкали насослар *бир пластинкали* ёки *куп пластинкали* бўлади. Асосан пластиналар насосда пластиналар сони 8-12 та бўлади. Пластиналар сонининг ортиши роторга қўйилган гокнинг ортишига олиб келади ва хайдаш нотекислиги камаяди лекин унумдорлиги камаяди. Пластиналар сонининг 8 тадан камайиши оқим нотекислигини орттиради.

Пластинкали насосларнинг унумдорлигини ҳисоблаш

Насоснинг ишчи ҳажми насос пластинасининг бир айланиб чиқишидаги пластинанинг ротордан ташқаридаги қисми ташқи статорга тегиб айланганда ҳосил бўлган ҳажмга тенг:

$$h = 2l$$

$$q = 2\pi Dbc$$

бу ерда D – статорнинг диаметри

b – роторнинг эни (пластина узунлиги)

Юқоридан насоснинг иш унумдорлиги

$$Q = 2\pi Dbn$$

Агар пластина калинлиги ва сонининг этиборига олсак

$$Q = 2b \ln(\pi D - z\delta)$$

Насос унумдорлигини (Q ни) ва насос хайдаш йулини узгайтириш учун эксцентрисететнинг қийматини ва ишорасини узгайтириш керак.

Икки қарали пластиналар насос

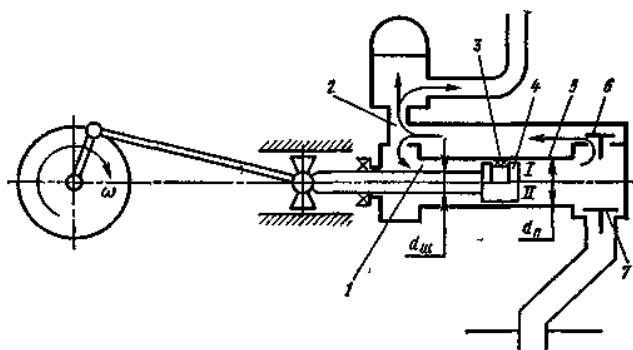
Бир қарали пластинкали на асосан ёрдамчи гидроқурилмаларда қўлланилади, яъни куп босим талаб камайдиган қурилмаларда қўлланилади. Яна бир қарали насосларда насоснинг ротор ўқиға ва пластинасида зуриқиш ҳосил бўлади, бу юқоридаги камчиликларга эға бўлганлиги учун амалда асосан икки қарали насослар қўлланилади.

Икки қарали пластинкали насоснинг иш унумдорлиги:

$$Q = 2bn \left[\pi(R^2 - r^2) - \frac{R-r}{\cos \alpha} \delta z \right]$$

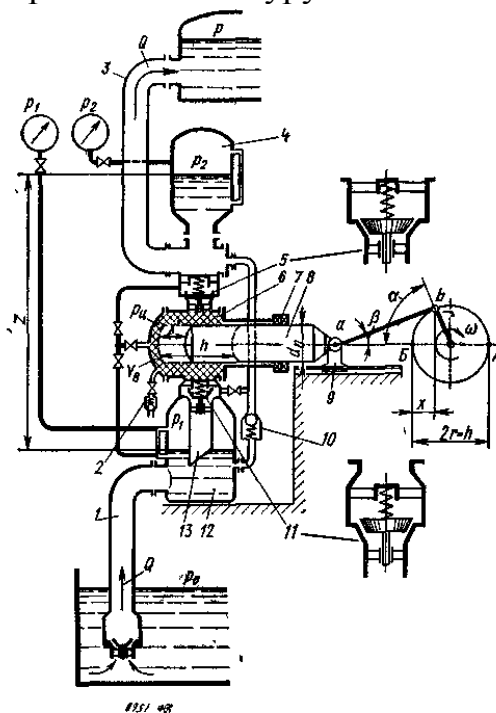
Максимал айланишлар сони $n = 4000$ об/мин.

Поршенли насослар



1 27-расм. Дифференциал поршенли насослар

Поршенли насос, куйидаги қисмларидан иборат: поршен 5 ҳаракатланувчи цилиндр 1 клапанлар кутиси 2 билан туташтирилган клапанлар кутисиде сурувчи клапан 3 ва хайдовчи канал 7. Клапанлар орқали цилиндрга уланган. Поршен дастасига қуйилган бевосита куч ёки шктуун – гилдиракли механизм орқали ҳаракатга келтирилади. Поршен унғ томонга силжиса ишчи камерасининг ҳажми кенгайди ва босим камаяди ва 3 клапан очилиб 6 сурувчи канал орқали суюқлик суралади бу пайтда клапан 4 берқилади. Поршен 5 ход қилганда кейин поршен тесқари томонга қараб ҳаракатланади. Бу пайтда клапан 3 берқилиб клапан 4 очилади ва суюқлик 7 канал орқали хайдалади. Бу бир томонлама сурувчи насос.



28-расм. Кривошипли поршенли насослар

Поршенли насоснинг унумдорлиги куйидагича бўлади.

$$Q = \eta \frac{\pi D^2}{4} S \frac{n}{60} \quad (1)$$

бу ерда n - поршеннинг бир минутдаги икки томонлама ҳаракати (ходи);
 D - цилиндрнинг ички диаметри;

S - поршеннинг силжиш йули;

η - хажмий ф.и.к.

Икки томонлама поршенли насос учун

$$Q = \eta \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) S \frac{n}{60} \quad (2)$$

Поршенли насослар бир поршенли ва куп поршенли бўлади. Поршенли насослар яна *аксиал поршенли* ва *радиал поршенли* бўлади.

Назорат учун саволлар:

1. Гидромашиналар хакида тушунча беринг.
2. Насослар деб нимага айтилади.
3. Насослар қандай гуруҳланади.
4. Хажмий насослар қандай ишлайди.
5. Тишли насосларнинг афзаллиги ва камчилиги.
6. Тишли насосларнинг унимдорлиги қандай топилади.
7. Насосдаги босимни узгарувчанлиги деганда нимани тушунаси.
8. Пластинкали насослар унимдорлиги қандай аниқланади.
9. Поршенли насослар унимдорлиги қандай аниқланади.
10. Поршенли насослар қандай ишлайди.

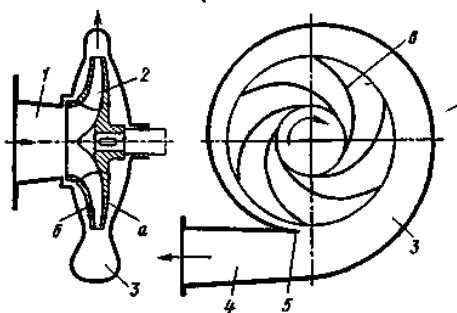
ХШ МАЪРУЗА

МАВЗУ: Куракли насослар

РЕЖА:

1. Марказдан қочма насослар.
2. Марказдан қочма насослар қочма ва тузилиши.
3. Насос ва турбиналар учун Эйлер тенгламаси.
4. Куракли насосларнинг турлари.

Марказдан қочма насосларда суюқликка энергияни насос корпусида айланувчи иш гилдираги кураклари ёрдамида берилади. Бунда паррақлар орасидаги суюқлик заррачаси марказдан қочма куч таъсирида насос камерасига интилади. Бундай харакат натижасида иш ылдираги марказидан босим камайиб, таоминловчи идишдаги суюқлик суриш трубаси орқали кўтарилади ва иш ылдираги кураклари орасидан утиб кетган суюқлик урнига янги суюқлик келади. Насос камерасига марказдан қочма куч таъсирида суюқликнинг келиши натижасида босим ортиб, суюқлик насос камерасидан хайдаш трубасига кўтарилади. Марказдан қочма насосларининг ишлаши шу принципга асосланган бўлади.



29-расм. Марказдан қочма насос схемаси

Насослар, ускуналар ва қувур ўтказгичларни оқова сувларнинг ва чуқиндиларнинг ҳисобий оқимли ҳамда физик-кимёвий хусусиятлари, кўтарилиш баландликларига кура ҳамда насослар ва қувур ўтказгичлар тавсифини ҳисобга олган ҳолда, шунингдек, объектни ишга туширилиш кетма-кетлигини инобатга олган равишда танлаш лозим.

Таянч сўз ва иборалар

Марказдан қочма насос, курак, ишчи гилдирак, Эйлер тенгламаси, насоснинг босими, турбина, ўқий насос, уюрмали насос, оқимчали, гидроэлеватор, эжектор, инжектор,

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ

1. Куракли насосларда кавитация ходисаси пайдо бўлади, бу қандай муаммолар келтириб чиқаради?
2. Куракли насосларда босимни орттириш учун турли чоралар кўрилади, бу чоралар нималардан иборат?

Насосларни гурухлаш турлича бўлиб, уларни тузилиши турли параметлари, суюқликка энергия бериш усули ва бошқаларга қараб гурухлаш усуллари мавжуд.

Энг кўп тарқалган усул ишлаш принципига қараб гурухлашдир.

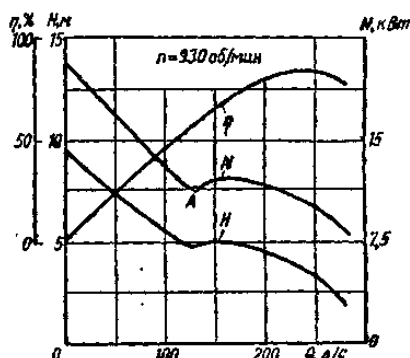
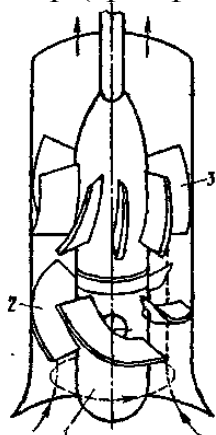
1. Суюқликнинг кинетик энергиясини ўзгартириб, сўнгра босим энергиясига айлантирувчи механизмлар - *куракли насослар*: марказдан қочма, парракли ўқий; *оқимчали насослар*: эжектор, инжектор, гидроэлеваторлар.

2. Суюқлик энергиясини босим ўзгариши ҳисобига ўзгартирувчи механизмлар.

3. Ҳолат энергиясини ўзгартирувчи механизмлар:

а) оддий сув кутаргичлар (чумчли, фланейли, чархпалак)

б) газ ва ҳаволи кутаргичлар (эрлифтлар, газлифтлар)



30-расм. Ўқий насосларни тузилиши ва характеристикаси

Куракли насослар марказдан қочма, ўқий, пропеллерли, уюрмали насосларга бўлинади. Тузилиши ва ишлаш принципи бир хил бўлгани учун вентиляторларини куракли насослар гуруҳига киритиш мумкин. Куракли насосларни битта валда бир ёки бир неча иш ылдираги ўрнатилишига қараб, бир поёнали ва кўп поёнали насосларга ажратиш мумкин. Марказдан қочма насослар сўриш усулига қараб бир томонлама сурувчи ва икки томонлама сурувчи насосларга бўлинади.

Насосларни суюқликка берган босимнинг катта кичиклигига қараб, паст босимли 20 м сув устгача, уртача босимли 20-60 м сув устгача юкори босимли 60 м сув устунидан юкори насосларга ажратиш мумкин.

Иш ылдирагидаги суюқлик массасининг ҳаракати элементлар оқимча ҳаракатига ўхшатиб қаралади.

Айтилган усул билан марказдан қочма насос учун тенгламани 1755 й. Эйлер чиқарган бўлиб, кейинчалик куракли машиналар назариясида асосий тенглама деб атала бошлади.

Тенгламани чиқаришда:

- 1) курақларнинг чеклиги ҳисобга олинмайди;
- 2) курақлар орасидаги барча каналдан ўтаётган суюқликлар бир хил шароитда оқади деб қаралади.

Насос ҳосил қилган босим

$$H = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2 - U_1 C_1 \cos \alpha_1}{g}$$

Кириш чиқишдаги босимларнинг фарқи ёки суюқликнинг иш гилдирагидан олган босим муносабат ёрдамида аниқланади ва у марказдан қочма машиналарнинг асосий тенгламаси ёки Эйлер тенгламаси дейилади.

Насоснинг айланилар сонинни ўзгартирганда унинг характерис-тикаларини янги ўзгариш сонига мослаб, кайта ҳисоблаш мумкин бунда:

$$1) \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Сарфлар айланишлар сонларининг нисбатига тугри пропорционал;

$$2) \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

босимлар айланишлар сонлари нисбатининг квадратига пропорционал;

$$3) \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Кувватлар айланишлар сонлари нисбатининг кубига пропорционал. Фойдали

кувват
$$N = \frac{\rho Q H}{75 \cdot \eta}$$

η - умумий фойдали иш коэффициенти.

Ишлаб чиқаришда кўп ҳолларда юқори босим (насосларни кетма-кет улаш) ёки сарф (насосларни параллел улаш) олиш учун бир неча насосини бирга ишлатишга тўғри келади. Бундай иш ё битта насос керакли босимни, ёки сарфни етказиб бера олмайдиган, ёки энергияни тежаш учун битта насос урнига бир неча насос ишлатиш зарур булган ҳолларда керак бўлади. Бир неча насосни бир ерга туплаб насос станцияси ташкил қилиши ҳам мумкин.

Назорат учун саволлар:

1. Марказдан қочма насослар.
2. Марказдан қочма насосларнинг тузилиши.
3. Куракли насосларни турлари.
4. Насослар учун Эйлер тенгламалари
5. Турбиналар учун Эйлер тенгламалари.
6. Куракли насосларнинг афзаллиги ва камчилиги.
7. Марказдан қочма насосларнинг ишлаши
8. Марказдан қочма насос учун Эйлер тенгласи.
9. Насоснинг характеристикасини айланишлар сонига караб ҳисоблаш.
10. Насоснинг унумдорлиги, босими, куввати, фойдали иш коэффициенти.

XIV МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидродвигателлар

РЕЖА:

1. Гидродвигателлар хақида маолумот.
2. Гидроцилиндрларни хисоблаш.
3. Бурилма гидродвигателлар.
4. Роторли гидродвигателлар.
5. Тақсимлангичла.
6. Клапанлар.

Куч гидродвигателлари хажмий гидроузатма системасининг асосий кисми бўлиб, цилиндрда поршенни силжитиш йули билан суюқлик потенциал энергиясини механик энергияга айлантириш учун фойдаланилади. Поршень билан узатиладиган гидроцилиндрларда энергия манбан хизматини бирор насос бажаради. Илгарилама-кайтма ва айланма харакатга асосланган куч гидроцилиндрлари поршень принципи бўйича ишлайди ва уч турга бўлинади: бир харакатли; икки харакатли ва бурилма харакатли цилиндрлар. Бурилма харакатли цилиндрлар квадрантлар хам деб аталади.

Бир харакатли куч гидроцилиндрнинг схемаси келтирилган. Бу поршенга суюқликнинг босими фақат бир томондан таъсир қилади. Поршеннинг тескари томонга харакати пружина таъсирида амалга ошади.

Икки харакатли куч гидроцилиндрининг схемаси келтирилади. Бунда суюқлик поршенга икки томондан галма-гал таъсир қилади. Поршеннинг шток томонга бир томонлама кати вақтида (цилиндрнинг иккала бушлигида $S_{ум} = \frac{S}{2}$ бўлганда) суюқлик бир хил босим таъсирида бўлади. Поршеннинг иккинчи томонга харакати вақтида хам бу хол сакланади. Поршеннинг цилиндрнинг чекка копкоклари томон силлиқ ва зарбасиз якинлашуви учун 3 ва 4 тиркишларнинг диаметрига мос 1 ва 2 буртмалар ўрнатилган бўлиб, улар айтилган тиркишларга киришда хосил бўлган зарба кисиб чиқарилаётган суюқлик хисобига демпферланади. Цилиндрдаги колган суюқлик 7 ва 8 дросселлар билан тахминланган 5 ва 6 каналлардан чикиб кетади. Дросселларнинг

Таянч сўз ва иборалар

Гидроцилиндр, гидромоторлар, бурилма гидродвигателлар, роторли гидродвигателлар, ротор поршен, статор, қайтарлик хусусияти, босим камайиши, буравчи момент, қувват.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Насослардан, гидродвигател шрнида ишлатиш мумкин, бу қандай амалга оширилади?
2. Гидродвигателларда буровчи момент гидродинамик параметрларга боғлиқ холда ўзгаради, нима учун?

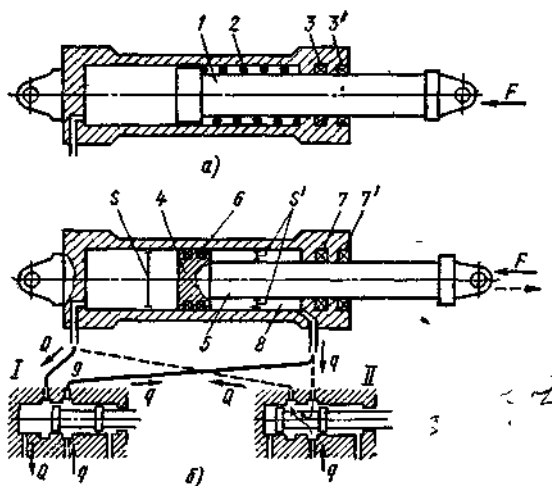
Ўлчамлари поршеннинг чекка копкокларга якинлашиш шароитига мос равишда
хисобланган бўлади.

Гидроцилиндрларни хисоблаш

Бир ҳаракатли цилиндр поршеннинг штокидаги зуриқиш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P = p \cdot S \cdot \eta_{\text{мех}} \quad (1)$$

Бунда p - суюқликнинг босими; S - поршеннинг босими қабул қиладиган юзаси; $\eta_{\text{мех}}$ - зуриқма цилиндрнинг механик ФИК (унинг қиймати $\eta_{\text{мех}} \approx 0,95$ деб қабул қилинади).



31-расм. Гидроцилиндрлар

Поршень силжишининг тезлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$v = \frac{Q}{S} \eta_0 \quad (2)$$

Q - насоснинг сарфи; η_0 - куч цилиндрининг хажмий ФИК: $\eta_0 = 0,98$.

Икки ҳаракатли гидроцилиндрда штокнинг мажудлиги хисобга олинганда силжуви зуриқиш қуйидаги формуладан аниқланади:

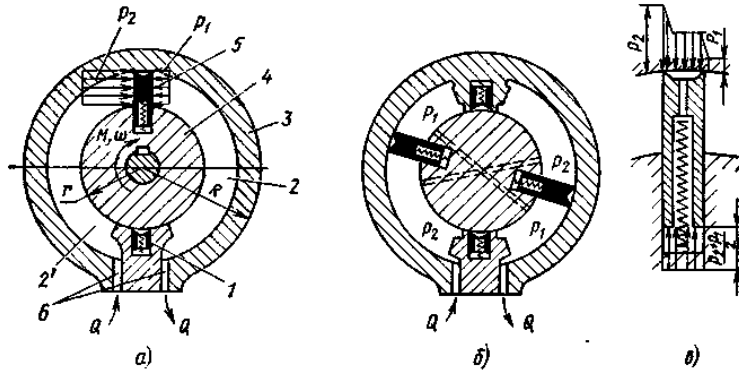
$$P = p \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \eta_{\text{мех}} \quad (3)$$

Бунда D ва d - поршень ва шток диаметрлари. Поршеннинг ҳаракат тезлиги қуйидаги формула билан хисобланади:

$$v = \frac{10Q}{0,185(D^2 - d^2)} \eta_0 \quad (4)$$

Бурилма гидродвигателлар

Бурилма ҳаракатга асосланган гидроцилиндрлар (квadrантлар) *бурилма гидродвигателлар* деб аталади. Бурилма ҳаракатли куч цилиндрнинг схемаси келтирилган бўлиб, унда суюқлик кўракнинг унги ва чап томонидан босим остида киритилганда тебранма ҳаракат қилади. Кўракнинг бурилиш бурчаги 120 дан ошмайди.



32-расм. Бурилма гидродвигателлар

Роторли гидродвигателлар ва уларнинг кайтарлик хусусиятлари

Роторли гидродвигателларнинг тузилиши поршенли, платинкали (шиберли), шестерняли, винтли ва бошқа насосларни уз ичига олган роторли насослар дан фарк килмайди.

Бу айтилган гидродвигателлар ва насослар кайтарлик хусусиятига эгадир. Бошқача айтганда, роторли насосларга чиқиш кисми орқали босим остида суюқлик киритилса, унинг ротори харакатга келади ва суюқлик кириш кисми орқали чиқиб кетади. Натижада насосдан гидродвигателр сифатида фойдаланиши мумкин. Худди шунинг аксидек, роторли гидродвигателни электр двигателга улаш йули билан ундан насос сифатида фойдаланиш мумкин.

Роторли гидродвигателлар унумдорлиги ўзгарувчан (яони бошқариладиган суришли – сарфли) ёки ўзгармас, яони бошқарилмайдиган (суришли) бўлиши мумкин. Бундай механизмларни хисоблаш уларда хосил бўлган босим, буровчи момент ва валдаги қувватни хисоблашга олиб келади.

Ротор-поршенли (поршенли) гидродвигателлар тузилиши бўйича икки группага: радиал ва аксиал цилиндрли гидромоторларга бўлинади.

Поршенли гидродвигателларнинг буровчи momenti суриш бушлигидаги поршенлар хосил килган моментларнинг йиьиндиси сифатида хисобланади:

$$M\varphi = \sum_{k=0}^{k=n} m_k \quad (5)$$

бу ерда m_k - битта поршеннинг momenti; $n+1$ - поршенлар сони.

Хар бир поршенга таъсир килаётган босим кучи куйидагига тенг:

$$P = p \frac{\pi d^2}{4} \quad (6)$$

бунда p - хайдаш бушлигидаги босим; d - поршеннинг диаметри.

P кучи хайдаш бошлигидаги барча поршенлар учун бир хил.

Куч гидродвигателлари хажмий гидроузатма системасининг асосий кисми

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Сақлагич клапан гидроюритма-даги муаммони Ёал қилади, сизнингча қайси муаммони ҳал қилади?

2. Таксимлагичлар ёрдамида гидроюритмалар бошқарилади, улар қандай бошқарилади?

бўлиб, цилиндрда поршенни силжитиш йули билан суюқлик потенциал энергиясини механик энергияга айлантириш учун фойдаланилади. Поршень билан узатиладиган гидроцилиндрларда энергия манбан хизматини бирор насос бажаради. Илгарилама-кайтма ва айланма харакатга асосланган куч гидроцилиндрлари поршень принципи бўйича ишлайди ва уч турга бўлинади: бир харакатли; икки харакатли ва бурилма харакатли цилиндрлар. Бурилма харакатли цилиндрлар квадрантлар ҳам деб аталади.

Бир харакатли куч гидроцилиндрнинг схемаси келтирилган. Бу поршенга суюқликнинг босими фақат бир томондан таъсир қилади. Поршеннинг тескари томонга харакати пружина таъсирида амалга ошади.

Икки харакатли куч гидроцилиндрнинг схемаси келтирилади. Бунда суюқлик поршенга икки томондан галма-гал таъсир қилади. Поршеннинг шток томонга бир томонлама кати вақтида (цилиндрнинг иккала бушлигида $S_{um} = \frac{S}{2}$ бўлганда) суюқлик

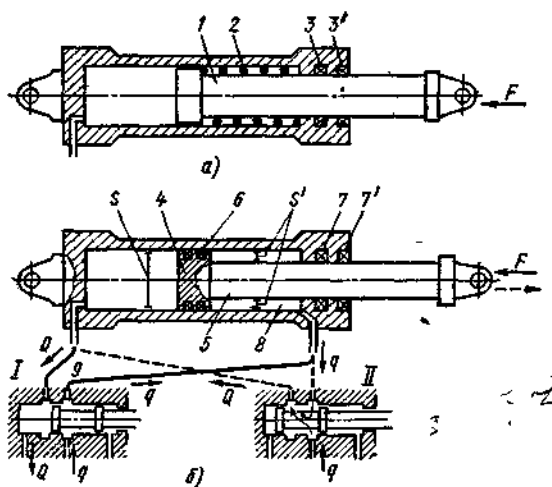
бир хил босим таъсирида бўлади. Поршеннинг иккинчи томонга харакати вақтида ҳам бу хол сакланади. Поршеннинг цилиндрнинг чекка копкоклари томон силлиқ ва зарбасиз якинлашуви учун 3 ва 4 тиркишларнинг диаметрига мос 1 ва 2 буртмалар ўрнатилган бўлиб, улар айтилган тиркишларга киришда хосил бўлган зарба кишиб чиқарилаётган суюқлик хисобига демпферланади. Цилиндрдаги колган суюқлик 7 ва 8 дросселлар билан тахминланган 5 ва 6 каналлардан чикиб кетади. Дросселларнинг ўлчамлари поршеннинг чекка копкокларга якинлашиш шароитига мос равишда хисобланган бўлади.

Гидроцилиндрларни хисоблаш

Бир харакатли цилиндр поршеннинг штокидаги зурикиш куйидаги формуладан аниқланади:

$$P = p \cdot S \cdot \eta_{\text{мех}} \quad (1)$$

Бунда p - суюқликнинг босими; S - поршеннинг босими қабул қиладиган юзаси; $\eta_{\text{мех}}$ - зуриқма цилиндрнинг механик ФИК (унинг қиймати $\eta_{\text{мех}} = 0,95$ деб қабул килинади).



31-расм. Гидрцилиндрлар

Поршень силжишининг тезлиги куйидаги формуладан аниқланади:

$$v = \frac{Q}{S} \eta_0 \quad (2)$$

Q- насоснинг сарфи; η_0 - куч цилиндрининг хажмий ФИК: $\eta_0=0,98$.

Икки харакатли гидроцилиндрда штокнинг мажудлиги хисобга олинганда силжуви зуриқиш куйидаги формуладан аниқланади:

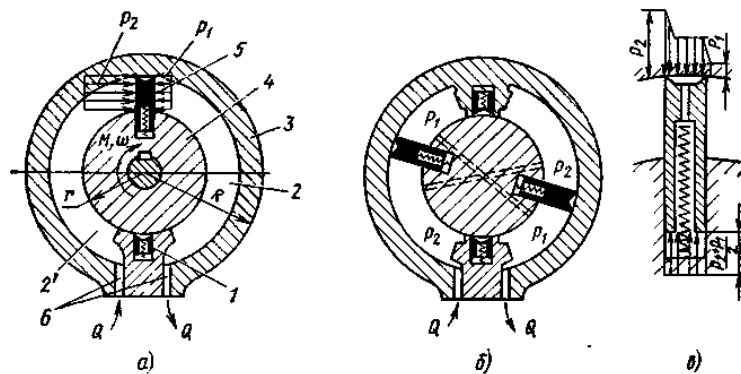
$$P = p \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \eta_{\text{мех}} \quad (3)$$

Бунда D ва d - поршень ва шток диаметрлари. Поршеннинг харакат тезлиги куйидаги формула билан хисобланади:

$$v = \frac{10Q}{0,185(D^2 - d^2)} \eta_0 \quad (4)$$

Бурилма гидродвигателлар

Бурилма харакатга асосланган гидроцилиндрлар (квadrантлар) *бурилма гидродвигателлар* деб аталади. Бурилма харакатли куч цилиндрининг схемаси келтирилган бўлиб, унда суюқлик кўракнинг унг ва чап томонидан босим остида киритилганда тебранма харакат қилади. Кўракнинг бурилиш бурчаги 120 дан ошмайди.



32-расм. Бурилма гидродвигателлар

Роторли гидродвигателлар ва уларнинг кайтарлик хусусиятлари

Роторли гидродвигателларнинг тузилиши поршенли, платинкали (шиберли), шестерняли, винтли ва бошқа насосларни уз ичига олган роторли насослар дан фарк қилмайди.

Бу айтилган гидродвигателлар ва насослар кайтарлик хусусиятига эгадир. Бошқача айтганда, роторли насосларга чиқиш қисми орқали босим остида суюқлик киритилса, унинг ротори харакатга келади ва суюқлик кириш қисми орқали чиқиб кетади. Натижада насосдан гидродвигател сифатида фойдаланиши мумкин. Худди шунинг аксидек, роторли гидродвигателни электр двигателга улаш йули билан ундан насос сифатида фойдаланиш мумкин.

Роторли гидродвигателлар унумдорлиги ўзгарувчан (яони бошқариладиган суришли – сарфли) ёки ўзгармас, яони бошқарилмайдиган (суришли) бўлиши мумкин. Бундай механизмларни ҳисоблаш уларда ҳосил бўлган босим, буровчи момент ва валдаги кувватни ҳисоблашга олиб келади.

Ротор-поршенли (поршенли) гидродвигателлар тузилиши бўйича икки гурпуага: радиал ва аксиал цилиндрли гидромоторларга бўлинади.

Поршенли гидродвигателларнинг буровчи моменти суриш бушлигидаги поршенлар ҳосил қилган моментларнинг йииндисиди сифатида ҳисобланади:

$$M\varphi = \sum_{k=0}^{k=n} m_k \quad (5)$$

бу ерда m_k - битта поршеннинг моменти; $n+1$ - поршенлар сони.

Ҳар бир поршенга таъсир қилаётган босим кучи қуйидагига тенг:

$$P = p \frac{\pi d^2}{4} \quad (6)$$

бунда p - хайдаш бушлигидаги босим; d - поршеннинг диаметри.

P кучи хайдаш бошлигидаги барча поршенлар учун бир хил.

Таксимлагич қурилмалар гидроузатманинг асосий элементариди ва қисмлари орасида суюқлик оқимларини таксимлаш ва йўналишини узгатириш учун хизмат қилади. Конструктив тузилиши бўйича таксимлагичлар золотникли, кранли ва клапанли турларга ажралади. Уларнинг белгиланган ҳолатларига қараб, икки ва уч ва куп ҳолатли таксимлагичлар бўлади. Хажмий гидроузатмаларда энг куп қўлланишлайдигани золотникли таксимлагичлардир.

Золотниклар гидроаппаратларнинг бошқарилувчи элементи бўлиб, унинг ёрдамида суюқликнинг таксимланиши, ҳаракатни реверслаш ва бир трубадан иккинчисига ўтказиш ишлари амалга оширилади.

Клапан – гидроузатманинг энг куп тарқалган элементиدير. Улар ёрдамида гидроузатма қисмларининг галма-гал ишлаши уларни эҳтиёт қилиш, оқим йўналишини ўзгаририш, керакли босим ҳосил қилиш, оқимни қисмларга бўлиш ва бошқа ишлар бажарилади.

Клапанлар уч гурпуага ажралади: тиргак, саклагич ва редуқцион клапанлар.

Тиргак клапанлар суюқликни фақат бир йўналишда ўтказиш учун мулжалланган. Суюқликнинг йўналиши ўзгариши билан тиргак клапан ёпилиб, суюқлик ўтказилиши тўхтади. Очик ҳолда бу клапанлар энг кам қаршилиққа эга бўлиши, ёпиқ ҳолда эса зарур герметикликни таҳминлаши керак. Шунинг учун тиргак клапан пружинасининг зуриқиши энг кам бўлиб, клапаннинг эгарга ишончли ўрнашуви учунгина етарли бўлиши керак, чунки клапан суюқликнинг босим кучи ёрдамида очилиб ёпилади.

Саклагич клапанларнинг тиргак клапандан фарқи, ундаги пружинанинг каттикрок сикиш кучига эгалигидир. Бундай клапанларнинг ишлаши суюқлик босим кучини пружина кучи ёки суюқликнинг тесқари босими биоан мувозанатлашга асосланган. Гидроузатмани жуда юқори босимлардан эҳтиёт қилиш учун босим белгиланган чегара қийматидан ошиб кетганда очиладиган саклагич клапанлар ишлатилади. Тўври ҳаракатли саклагич клапанлар шарикли, конусли ва плунжерли бўлади.

Босимни камайтириш учун *редуқцион клапанлар* ишлатилади. Бўларнинг саклагич клапанлардан фарқи улардан чиқишдаги босим бошқарувчи таъсирига

эгалигидир, яони бу клапанлар чикишдаги босим ўзгарганда ишлайди. Редукцион клапан ишлагунча унинг плунжерини пружина очик холатда тутиб туради. Редукцион клапандан чикишда босим белгиланган қийматдан ортиб кетса, суюқликнинг босим кучи клапан пружинасини сикади ва плунжер суюқликнинг клапандан ўтишини кийинлаштириб, берқилиш томонига силжийди. Плунжернинг бу харакати клапандан чикишда босим керакли миқдорга пасайгунча давом этади.

Назорат учун саволлар:

1. Гидродвигателлар ва уларнинг турлари.
2. Гидроцилиндрни ҳисоблаш.
3. Бурилма гидродвигателлар.
4. Гидромоторлар.
5. Гидромоторларнинг ишлаши.
6. Гидродвигателлар.
7. Гидродвигателларнинг қайтарлик хусусиятлари.
8. Гидродвигателлар хакида маҳлумот.
9. Гидроцилиндрлар.
10. Ротор-поршенли гидродвигателлар.

ХV-МАЪРУЗА

МАВЗУ: Тақлидий гидроюритмалар

РЕЖА:

1. Тақлидий гидроюритмаларнинг вазифаси ва қўлланиши.
2. Тақлидий гидроюритмаларнинг ишлаш тарзи.
3. Тақлидий гидроюритмаларнинг асосий параметрлари.

Гидродвигателнинг бошқарувчи искмининг силжиши ва тезлигини ташқаридан берилган сигнал бўйича автоматик бошқарувчи система билан тахминланган гидроузатмалар *тақлидий гидроюритмалар* дейилади. Уларда поршен (шток)нинг ҳаракати мураккаброк бўлиши талаб этилади. Масалан, бир қанча бошқариш системаларида куч гидроцилиндрнинг штоки бошқариш дастасининг ҳаракатига автоматик тарзда шундай тақлид этадики, бошқариш дастасининг ҳар бир ҳолатига штокнинг тегишли зуриқишга ва силжиш тезлигига эга бўлган ҳолати мос келади. Бу ҳолларда *гидроцилиндрлар гидрокучайтиргичлар* ёки *бустерлар* дейилади, чунки ижрочи қисм даста ҳаракатини фақат такрорлайман, балки кучайтириб ҳам беради ва олинган куч дастага қуйилгандан анча катта бўлади.

Замонавий машиналарни бошқариш, одатда, гидрокучайтиргичлар ёрдамида амалга оширилади, чунки бошқариш қисмларидаги куч, купинча, одамнинг мускул кучидан куп марта ортиқ бўлади.

Гидрокучайтиргич (бустер)нинг схемаси расмда келтирилган.

Бошқариш дастаси 1 ни ургга суриб, суёқликни босим остида канал 3 орқали цилиндр 4 нинг чап бушлигига йўналтирувчи унғ бошлигини қуйиш трубаси билан бирлаштирувчи золотник 2 сижитилади. Насос ҳосил қилган босим таъсирида поршень 5 золотник 6 нинг корпуси билан бирга золотникнинг цилиндрга суёқлик берувчи ва олувчи кнали беркилгунча силжиб боради.

Даста ва золотник унғга силжиганда суёқлик цилиндрнинг унғ бошлигига берилади ва поршен чапга сурилади. Шундай қилиб, ижрочи шток 7 ижрочи механизм билан боғланган золотник 2 нинг барча ҳаракатига тақлид қилиб эргашиб боради, лекин унинг ҳосил қилган кучи золотникка қуйилган кучдан куп марта бўлади.

Таянч сўз ва иборалар

Тақлидий гидроюритма, ҳажмий гидроюритма, гидроцилиндр, гидрокучайтиргич, вазифаси, қўлланиш соҳаси, схемаси, ишлаш принципи, ҳарактеристикаси, асосий параметрлари.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Тақлидий гидроюритмалар ёрдамида босимга қараб бошқа параметрлар аниқланади, бу қандай амалга оширилади?
2. Замонавий машиналарни бошқаришда тақлидий гидроюритмалардан фойдаланилади, бу қандай афзаликларга эга?

Гидрокучайтиргичнинг куч узатувчи сифатидаги асосий параметрларини кўрамиз. Гидрокучайтиргичнинг ижрочи штокидаги куч, унинг ФИК и ва хосил килган куввати учун формулар чиқарамиз.

Гидрокучайтиргичга берилган босим ижрочи штокдаги кучни енгишга ва гидравлик қаршиликка сарф бўлади, яони

$$p_0 = \Delta p_{\text{ц}} + \sum p \quad (1)$$

бу ерда $p_0 = p_{\text{кир}} - p_{\text{чик}}$ - гидрокучайтиргичга кириш ва ундан чиқишдаги босимлар фарқи; $\Delta p_{\text{ц}} = p_1 - p_2$ - цилиндрдаги босимлар фарқи ($\Delta p_{\text{ц}} = \frac{P}{S}$); S - (шток юзаси айирилган) поршен юзаси; $\sum p$ - гидрокучайтиргичга киришдан чиқишгача орқаликдаги йукотишлар йиьиндиси.

Гидравлик йукотишлар, асосан, золотникнинг чала беркилган икки туйнугида бўлади ва бу йукотиш квадратик қонунга буйсунади деб, хисобласак, қуйидагини оламиз:

$$\sum p = 2\zeta \frac{\gamma v^2}{2g} \quad (2)$$

бу ерда ζ - золотник туйнугининг қаршилик коэффиценти; v - золотник туйнудаги суюқлик оқиш тезлиги.

Золотник туйнуги, одатда, тўъри туртбурчак шаклида бўлгани учун унинг бир томони ўзгармас b га, иккинчи томони ўзгарувчи x га тенг деб, сарф тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$Q = vs = vb x \quad (3)$$

Бундан тезлик v ни сарф Q орқали ифодаласак, $\sum p$ ни урнига қуйиб, ушбуни оламиз:

$$p_0 = \Delta p_{\text{ц}} + 2\zeta \gamma \frac{Q^2}{2g(bx)^2} \quad (4)$$

ёки

$$p_0 = \Delta p_{\text{ц}} + K \frac{Q^2}{x^2} \quad (5)$$

бу ерда

$$K = \frac{\zeta \gamma}{gb^2} \quad (6)$$

K ни тахминал ўзгармас ва сарфига боълиқ эмас деб қараш мумкин. Агар гидрокучайтиргични ўзгармас босимли бошқарилувчи насос тахминласа ва суюқлик келтирилувчи трубалардаги гидравлик йукотишларни ташлаб юбориш мумкин деб қаралса, у холда босим p_0 хам ўзгармас бўлади ва насос хосил килган босимга мос келади. Ижрочи штокда зуриқиш бўлмайаса ($p_0 = 0$ ва $\Delta p_{\text{н}} = 0$) ва золотник туйнуги тулик очилганда ($x = x_{\text{max}} = l$), гидрокутайтиргичда суюқликни суриш (сарф) $Q = Q_{\text{max}}$ бўлади.

Бу холда (5) тенгламадан

$$K = p_0 \frac{x_{\text{max}}^2}{Q_{\text{max}}^2} \quad (7)$$

Олинган миқдорни (5) тенгламага куйсак ва уни га нисбатин ечсак, ушбуни оламиз:

$$\Delta p_{ц} = p_0 \left(1 - \frac{Q^2}{x^2_{max}} \right) \quad (8)$$

Нисбий сарф (Q ёки нисбий тезлик v) ва золотник туйнугининг очилиш даражаси x белгиларини киритсак

$$Q = \frac{Q}{Q_{max}} = \frac{v}{v_{max}} = v$$

$$x = \frac{x}{x_{max}}$$

Ижрочи штокдаги кучни куйидагича аниқлаш мумкин:

$$P = \Delta P_{ц} S = p_0 S \left(1 - \frac{Q^2}{x^2} \right) \quad (9)$$

У холда нисбий юкланиш p шундай топилади:

$$P = \frac{P}{p_0 S} = 1 - \frac{Q^2}{x^2} = 1 - \frac{v^2}{x^2} \quad (10)$$

Назорат учун саволлар:

1. Тақлидий гидроюритмалар деб нимага айтилади?
2. Тақлидий гидроюритмаларнинг вазифаси
3. Тақлидий гидроюритмаларнинг қўлланлиши
4. Тақлидий гидроюритмаларни ишлаш тарзи.
5. Гидрокучайтиргич
6. Гидрокучайтиргични вазифаси.
7. Тақлидий гидроюритмаларни асосий параметрлари.
8. Гидрокучайтиргичларни бошқариш.
9. Тақлидий гидроюритмалар хақида тушунча.
10. Гидрокучайтиргичларни ҳисоблаш.

ХVI- МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидроузатмалар

РЕЖА:

1. Гидроузатмалар хақида тушунча.
2. Гидроузатмаларнинг иш тарзи ва гурухланиши.
3. Гидроузатмаларнинг афзаллиги.
4. Гидродинамик муфталар.

Сууюкликлар иштирокида бир механизмнинг иккинчи механизмни харакатга келтиришига асосланган механизмлар *гидравлик узатмалар* дейилади. Гидравлик узатма биро агрегатда икки хил парракли машинадан, яони марказдан кочма насос ва гидравлик трубинадан биргаликда фойдаланувчи қурилмадан иборат. Унда энергия электр двигателидан гидродвигателга сууюклик оқими ёрдамида берилади. Гидравлик узатмалар катта энергия сизимига эга бўлиб, кинетик имкониятлари деярлик чекланмаганлиги туфайли машинасозлик техникасининг турли соҳаларида кенг қўлланилмокда.

Хозир деярлик холда хамма замонавий металл ишлаш станоклари гидроузатмалар билан таҳминланган.

Ишлаш принципи ва гурухланиш

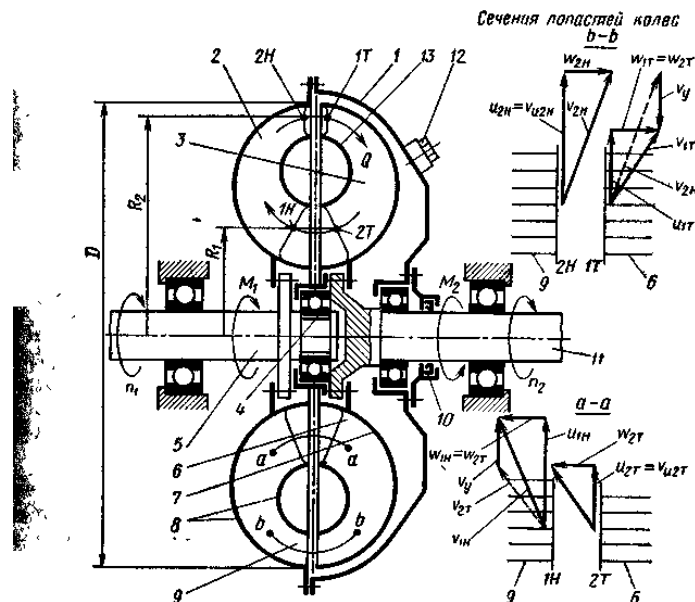
Ишлаш принципига қараб гидравлик узатмалар хажмий ва гидродинамик турларга бўлинади.

Таянч сўз ва иборалар

Гидроузатма, гидродинамик муфталар, гидравлик трубина, трубоузатма, гидроилашгич, гидротрансформатор, труботрансформатор, хажмий гидроузатмалар, динамик гидроузатмалар, силиқ узатиш,

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Гидроузатмалардан фойдаланишда асосий муаммолар бор, булар нималардан иборат?
2. Гидроилашгичлар механик илашгичлардан қандай фарқланади, бу фарқлар сизнингча нимада?



35-расм. Гидромуфтлар схемаси

Хажмий гидравлик узатмалар хажмий насослар ёрдамида ишлайди. Бундай узатмаларда энергия суюқлик орқали етакловчи валдан статик босим сифатида узатилиб, гидродвигателни ишга туширади.

Хажмий гидравлик узатмаларда энергия етаклови валга статик босим кўринишида берилгани сабабли уни, купинча, гидростатик узатма ҳам дейилади.

Гидродинамик узатмалар парракли гидромашиналар ёрдамида ишлайди. Бу ерда иш гилдиракларининг парраклари ёрдамида суюқликка берилган динамик босим энергиясидан фойдаланилади. Бу узатмалар бахзан турбоузатма деб аталади, бунга сабаб уларга марказдан кочма насос ва гидравлик турбиналардан биргаликда фойдаланилади.

Гидродинамик узатмалар бир оқимли ва икки оқимли бўлиши мумкин. Бир оқимли гидродинамик узатмаларда ҳамма қувват гидравлик гилдираклар орқали узатилади. Икки оқимли гидродинамик узатмаларда эса двигателр қувватининг бир қисми гидравлик гилдираклар орқали, иккинчи қисми эса механик йул билан узатилади.

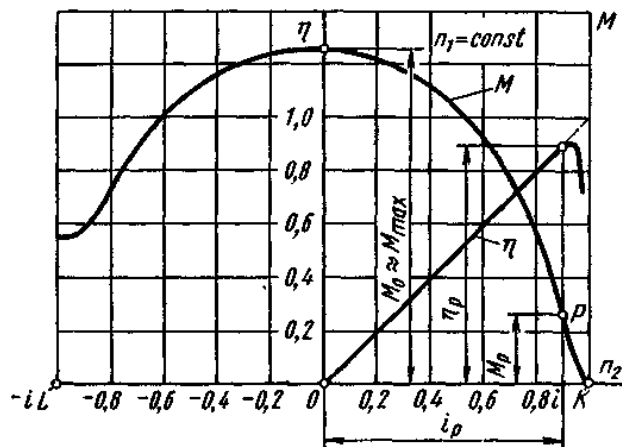
Айлантириш моментининг узатилиш усулларига қараб гидродинамик узатмалар иккига бўлинади:

- 1) гидроишлагич ёки гидромуфтлар;
- 2) гидротрансформаторлар ёки турботрансформаторлар.

Машиналарда гидромуфтлар ва гидротрансфорлар алоҳида турли комбинацияларда, яъни гидромуфта ва гидротрансформатор; гидромуфта ва иккита ёки учта гидротрансформатор ва хоказо тарзда илатилиши мумкин.

Гидродинамик муфтлар

Гидромуфтада етакловчи валдаги моментнинг миқдори ҳар қандай ўзгартирилганда ҳам иккала (етакловчи ва етакланувчи) валда моментларнинг тенглиги тахминланади.



38-расм. Гиромуфта характеристикаси

Назорат учун саволлар:

1. Гидроузатмалар ҳақида тушунча.
2. Гидроузатмаларнинг иш тарзи
3. Гидроузатмаларни гурухланиши.
4. Гидроилашгич.
5. Гидротрансформатор
6. Турботрансформаторлар.
7. Гидроузатмаларнинг афзаллиги.
8. Хажмий гидравлик узатмалар.
9. Гидродинамик гидроузатмалар.
10. Гидромуфталар.

XVII- МАЪРУЗА

МАВЗУ: Гидропневмоюритмаларни бошқариш

РЕЖА:

1. Гидропневмоюритмаларни дроссели бошқариш.
2. Гидропневмоюритмаларнинг хажмий бошқариш.
3. Пневмоюритмаларнинг сопло-заслонка ердамида

Гидропневмоюритмаларни бошқариш деганда унинг ижро этувчи механизмни тезлигини, йўналишини бошқариш тушуналади. Йўналишининг бошқариш тақсимлагичлар ва пневмоўналтиргичлар ердамида амалга оширилади. Тақсимлагичлар асосан қўлда бошқариладиган, электромагнитли бошқариладиган ва гидропневматик бошқариладиган бўлади.

Пневмоўналтиргичлар берилаётган босимни ўзгариши ва ижро этувчи механизмни ҳолатини ўзгариши билан ўзидан ўтаётган суюқлик еки газни йўналишини ўзгартиради.

Ижро этувчи механизм тезлигини бошқариш асосан дроссели, хажмий ва сопло-заслонкали бўлади.

Дроссели бошқаришда дросселнинг ўрнатилиш жойига қараб уни турли гуруҳларга бўлиш мумкин:

а) ижро этувчи механизмдан олдин бошқариш;

б) ижро этувчи механизмдан кейин бошқариш;

в) ижро этувчи механизмга параллел ҳолда бошқариш.

Ижро этувчи механизмдан олдин бошқариш

Кўриладиган гидропневмоюритма схемасида ижро этувчи механизм (8) ни йўналиши гидропневматик тақсимлагич (7) ердамида амалга оширилади. Тезлик эса бошқариладиган дроссел (6) ердамида бошқарилади. Бу ҳолатда дроссел ижро этувчи механизмдан олдин ўрнатилган бўлиб суюқлик еки газнинг сарфини бошқаради. Дросселдан ўтмай қолган суюқлик еки газ сақловчи клапан (4) орқали гидробакга қайтиб келади. Манометр (5) ердамида дросселдан олдинги босимни назорат қилади. Тақсимлагич (7) ердамида суюқликнинг йўналиши бошқарилади. Ижро этувчи механизмнинг тезлигини олдиндан бошқариш бошқаришни қулай ва тез бажаришга олиб келади.

Таянч сўз ва иборалар

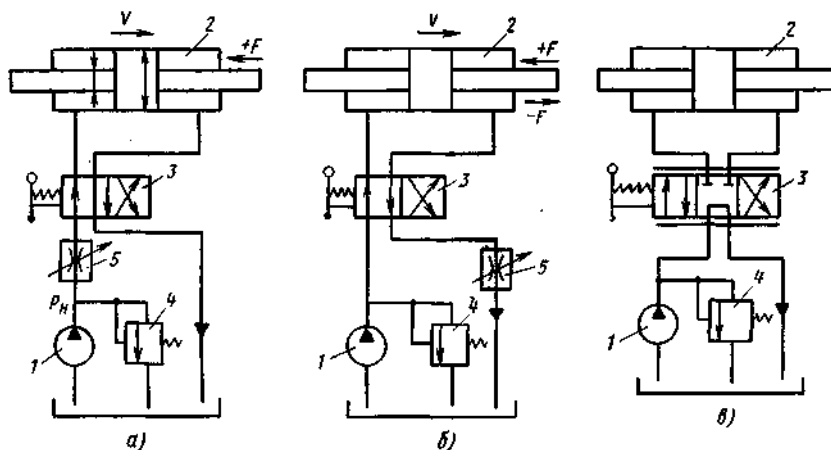
Гидропневмоюритмалар, пневмоўналтиргич. дросселр, хажмий, ижро этувчи механизм, насос, параллел бошқариш. пневмотақсимлагич, сопло-заслонка. конуссимон, буруловчи, масофадан бошқариш.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Гидроюритмаларни ижро этувчи механизмдан олдин бошқариш муаммоларни олиб келади, у қандай муаммолар?

2. Пневмоюритмаларнинг сопло-заслонка ёрдамида бошқаришда муаммолар пайдо бўлади, бунга сабаб нима?

- 1- гидробак,
- 2- филтр,
- 3- насос еки вентилятор (компрессор)
- 4- сақловчи клапан
- 5- манометр
- 6- бошқарувчи дроссел
- 7- гидронеуматик тақсимлагич
- 8- гидроцилиндр (пневмоцилиндр)



39-расм. Дросселли бошқариладиган гидроюритма схемаси.
 а - ижро этувчи механизмдан олдин бошқариш,
 б – ижро этувчи механизмдан кейин бошқариш
 в – параллел бошқариш

Бу холда дросселда берилаётган босимни камайиши ҳисобига таоминловчи қурилма (насос еки компрессор) дан берилган энергия тўлалигича ижро этувчи механизмга етиб бормади. Дросселда қаршиликка учрайди.

Системани ижро этувчи механизмдан кейин бошқариш

Бу усулда дроссел ижро этувчи механизмдан кейин тўқувчи трубага ўрнатилган бўлади.

Бу бошқаришда гидроцилиндр орақасидаги юкланишни ўзгартириш ҳисобига ижро этувчи механизм тезлиги бошқарилади. Бу бошқариш таоминловчи қурилмадан берилган энергияни камроқ йўқотиш билан ижро этувчи механизм билан етиб бориш имконини беради. Аммо, ижро этувчи механизм орақасида юкланиш кўпаяди.

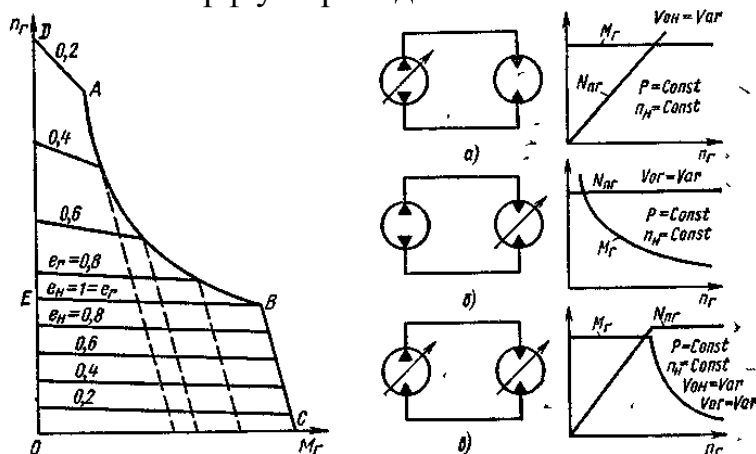
Параллел холда дросселли бошқариш

Бу усулда дроссел гидронеумоюритмалар системасида параллел уланган бўлади.

Бу усулда ижро этувчи механизмнинг тезлигини бошқариладиган дроссел орақали гидробакка тўкилаётган суюқликни марфини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади. Бу усулда насосдан хайдалган суюқлик еки газ ижро этувчи механизмга тўла етиб бормади.

Гиропневмоюритмаларни хажмий бошқариш

Хажмий бошқариш асосан насос еки компрессордан терилаётган суюқлик еки хавонинг миқдорини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади. Бу усулда насос еки компрессорнинг ишчи хажмини ўзгартириш ҳисобига еки валнинг айланишлар сонини ўзгартириш ҳисобига сарф ўзгарилади.



40-расм. Хажмий боқариш характеристикаси ва схемаси

Бу усулда энергиянинг йўқолиши камаяди, аммо, бошқаришни тез амалга оширилиб бўлмайди, маълум вақт талаб қилади.

Сопло-заслонкали бошқариш

Сопло-заслонкали бошқаришда соплодан чиқаётган хавонинг заслонкали тўсиқ қай ҳолатда туришига яони қандай масофада туришига ва тўсиқнинг юзасини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади.

Х – масофа ортиши билан соплодан чиқаётган хавонинг қаршилиги камаяди ва хаво сарфи ортади.

Тўсиқли заслонканинг шакли турлича бўлиши мумкин:

- а) пластина шаклида;
- б) конуссимон;
- в) нинасимон;
- г) бурилувчи золотник.

Бундай бошқариш фақат пневмоюритмаларда қўлланилади ҳамда автоматик бошқарувчи қурилмаларда кенг ишлатилади.

Пневмоюритмалар таоминловчи (компрессор, вентилятор) ва ижро этувчи қурилма (пневмомотор, пневмоцилиндр) дан иборат бўлади таоминловчи қурилма бўлиб асосан компрессорлар ва вентиляторлар хизмат қилади. Ижро этувчи қурилмалар пневмоцилиндрлар, пневмомотор, пневмотебратгич, пневмокучайтиргичлардан иборат бўлади.

Пневмоаппаратуралар асосан пневмоклапанлар, пневмодросселлар, пневмофилтрлар ҳамда пневмотақрорларгичлардан тузилган бўлади. Пневмоюритмаларда иш бажарувчи бўлиб хаво еки махсус газлар хизмат қилади.

Пневмоюритмалар гидроюритмалардан фарқли бўлиб ишни тезрок бажариши билан характерланади. Пневмоюритмалар автоматик бошқариш системаларда кенг қўлланилади. Автоматик бошқариш системасида пневмоюритмалар ердамида роботлар бошқарилади.

Пневмоавтоматикада вақт импульсли еки босим импульсли операциялар бажарилади. Импульс оралиғи берилаётган хавонинг сарфи ва дросселнинг ўтказиш кесимига боғлиқ бўлади. Бу ерда дросселдан олдинги ва кейинги босимлар фарқи катта рол ўйнайди.

Пневмоавтоматикада дискрет генераторлардан фойдаланилади. Дискрет генератор бошқариладиган частотада босим импульсни пайдо қилади.

Пневмоюритмаларда пневмоқаршиликлар, пневмотакроргичлар ҳам муҳим ўрин эгаллайди.

Пневмоқаршиликлар пневмоюритмалар ишини мерерлаш учун хизмат қилиб асосан бошқарилмайдиган доимий дросселлар кўп ишлатилади.

Пневмотакроргичлар системани бир хил маромда еки бирор функцион холда иш бажаришини таоминлайди. Пневмотакрорлагичлар тебратгичларда (вибратор) кенг қўлланилади. Пневмотакрорларгичлар ердамида бир хил операция бажарувчи роботлар бошқарилади.

Пневмоюритмалардан автоматик рослагичларда фойдаланилади. Пневматик изодромли ростловчи қурилма ижро этувчи механизм билан биргаликда турли технологик параметрларни пропорционал – интегралл қонун бўйича ростлаш учун ишлатилади. Ростловчи қурилма филтр, редуктор, пневматик бошқариш панели ва пневматик ростлагич билан ташкилланган.

Гидропневмоклапанлар

Пневмоклапанлар асосан пневмоюритма тизимидаги хаво босимини ростлаш учун хизмат қилади. Бундай клапанлар ердамида босимни доим ушлаб туриш ва пневмоюритмаларни ортиқча юкланишдан сақлаш мумкин. Пневмоклапанлар қайтма, сақловчи, редукцион, мембранали бўлади.

Гидропневматик реле

Пневматик реле берилган сигнални қабул қилиб системани шу сигнал бўйича бошқаради.

Олдиндан филтрда тозаланган ва редуктор ердамида 0,15 МПа гача пасайтирилган хаво пневматик реленинг кириш клапанларига берилади. Клапандан ўтган хаво чиқиш йўли ва камерага шунингдек дроссел орқали сопло системасининг камерасига ўтиб у ердан сопло орқали атмосферага чиқади. Соплодан чиқаётган хаво заслонка ердамида дросселланади.

Пневмореленинг кириш сигнали ортиши билан чиқиш сигнали камаяди.

Пневмо тозалагич

Пневмофилтр ердамида хаво таркибидаги чанг ва бошқа жисмларидан тозаланади. Пневмофилтрлар газларни бир биридан ҳам тозалайдиганлари бўлади.

Пневмотақсимлагичлар

Пневмотақсимлагичлар золотникли, клапанли ва оқимча элементли бўлади. Золотникли пневмотақсимлагич механик бошқариладиган электромагнитли бошқариладиган ва гидропневматик бошқариладиган бўлади. Золотникли пневмотақсимлагич сузувчи золотникни силжиши ҳисобига оқимни тақсимлайди.

Клапанли пневмотақсимлагичлар босим ўзгариши билан клапаннинг очилиши еки беркилиши ҳисобига оқимни тақсимлайди.

Оқимча элементли пневмотақсимлагичлар пневмокучайтиргич ҳисобланади. Бу ерда оқим кесими юзасининг қисқариши ҳисобига тезлик ортади ва икки еки ундан ортиқ оқимнинг ўзаро тарсири натижасида оқим йўналиши ўзгаради.

Назорат учун саволлар:

1. Гидропневмоюритмаларни бошқариш деганда нима тушунилади?
2. Ижро этувчи механизмдан олдин бошқариш.
3. Системани ижро этувчи механизмдан кейин бошқариш.
4. Гидропневмоюритмаларни параллел ҳолда дроссел бошқариш.
5. Гидропневмоюритмаларни хажмий бошқариш.
6. Гидропневмоюритмаларни сопло-заслокали бошқариш.
7. Пневмоюритмаларнинг тузулиши.
8. Пневмоюритмаларнинг ишлаши ва қўлланилиши.
9. Пневмоюритмалар ва уларнинг вазифалари.
10. Пневмоклапанлар.
11. Пневматик реле
12. Пневмотақсимлагичлар.

ХVIII- МАЪРУЗА

МАВЗУ: Пневмоюритмалар ва уларнинг элементлари

РЕЖА:

1. Пневмоюритмалар нимадан ташкил топган.
2. Пневмоюритмаларнинг қўлланилиши.
3. Пневмоаппататуралар.

Пнемоюритмаларни асосий элементлари

Пневмоюритмалар таоминловчи (компрессор, вентилятор) ва ижро этувчи қурилма (пневмомотор, пневмоцилиндр) дан иборат бўлади таоминловчи қурилма бўлиб асосан компрессорлар ва вентиляторлар хизмат қилади. Ижро этувчи қурилмалар пневмоцилиндрлар, пневмомотор,

пневмоқучайтиргичлардан иборат бўлади.

Пневмоаппататуралар асосан пневмоклапанлар, пневмодросселлар, пневмофилтрлар ҳамда пневмотақрорларгичлардан тузилган бўлади. Пневмоюритмаларда иш бажарувчи бўлиб хаво еки махсус газлар хизмат қилади.

Пневмоюритмалар гидроюритмалардан фарқли бўлиб ишни тезроқ бажариши билан характерланади. Пневмоюритмалар автоматик бошқариш системаларда кенг қўлланилади. Автоматик бошқариш системасида пневмоюритмалар ердамида роботлар бошқарилади.

Пневмоавтоматикада вақт импульсли еки босим импульсли операциялар бажарилади. Импульс оралиғи берилаётган хавонинг сарфига ва дросселнинг ўтказиш кесимига боғлиқ бўлади. Бу ерда дросселдан олдинги ва кейинги босимлар фарқи катта рол ўйнайди.

Пневмоавтоматикада дискрет генераторлардан фойдаланилади. Дискрет генератор бошқариладиган частотада босим импульсни пайдо қилади.

Пневмоюритмаларда пневмоқаршилиқлар, пневмотақроргичлар ҳам муҳим ўрин эгаллайди.

Пневмоқаршилиқлар пневмоюритмалар ишини мерерлаш учун хизмат қилиб асосан бошқарилмайдиган доимий дросселлар кўп ишлатилади.

Пневмотақроргичлар системани бир хил маромда еки бирор функцион холда иш бажаришини таоминлайди. Пневмотақрорлагичлар тебратгичларда

Таянч сўз ва иборалар

Пневмоюритма, компрессор, пневмоцилиндр, пневмотебратгич, пневмомотор, пневмоқучайтиргич, пневмоклапан, пневморели, пневмофилтр, пневмотаъсимлагич, пневмоавтоматика, Редуктор.

Муаммоли вазият, савол ёки топшириқ.

1. Пневмоклапанлар гидроклапанлардан фарқланади, бу фарқлар нимада?
2. Пневмоюритмалардан автоматик бошқаришда қўлланилади, бундан мақсад нима?

(вибратор) кенг қўлланилади. Пневмотакрорларгичлар ердамида бир хил операция бажарувчи роботлар бошқарилади.

Пневмоюритмалардан автоматик рослагичларда фойдаланилади. Пневматик изодромли ростловчи қурилма ижро этувчи механизм билан биргаликда турли технологик параметрларни пропорционал – интегралл қонун бўйича ростлаш учун ишлатилади. Ростловчи қурилма филтр, редуктор, пневматик бошқариш панели ва пневматик ростлагич билан ташкилланган.

Пневмоклапанлар

Пневмоклапанлар пневмоюритмаларнинг асосий апаратуралари бўлиб, асосан пневмоюритма тизимидаги хаво босимини ростлаш учун хизмат қилади. Бундай клапанлар ердамида босимни доим ушлаб туриш ва пневмоюритмаларни ортиқча юкланишдан сақлаш мумкин. Пневмоклапанлар қайтма, сақловчи, редукцион, мембранали такрорланувчи бўлади.

Пневматик реле

Пневматик реле вақт релеси ва босим релеси бўлади, пневматик берилган сигнални қабул қилиб системани шу сигнал бўйича бошқаради ва сигнални қайта узатади.

Олдиндан филтрда тозаланган ва редуктор ердамида 0,15 МПа гача пасайтирилган хаво пневматик реленинг кириш клапанларига берилади. Клапандан ўтган хаво чиқиш йўли ва камерага шунингдек дроссел орқали сопло системасининг камерасига ўтиб у ердан сопло орқали атмосферага чиқади. Соплодан чиқаятган хаво заслонка ердамида дросселланади.

Пневмореленинг кириш сигнали ортиши билан чиқиш сигнали камаяди. Пневматик реле вақт бўйича ва босим бўйича сигнални узатади.

Пневофилтр

Пневофилтр ердамида хаво таркибидаги чанг ва бошқа жисмларидан тозаланеди. Пневофилтрлар газларни бир биридан хам тозалайдиганлари бўлади. пневофилтрлар материаллаш циклонли ва хим реактивли бўлади.

Пнемотақсимлагичлар

Пнемотақсимлагичлар золотникли, клапанли ва оқимча элементли бўлади. Золотникли пнемотақсимлагич механик бошқариладиган электромагнитли бошқариладиган ва гидропневматик бошқариладиган бўлади. Золотникли пнемотақсимлагич сузувчи золотникни силжиши хисобига оқимни тақсимлайди.

Клапанли пнемотақсимлагичлар босим ўзгариши билан клапаннинг очилиши еки беркилиши хисобига оқимни тақсимлайди.

Оқимча элементли пнемотақсимлагичлар пневокучайтиргич хисобланади. Бу ерда оқим кесими юзасининг қисқариши хисобига тезлик ортади ва икки еки ундан ортиқ оқимнинг ўзаро тарсири натижасида оқим йўналиши ўзгаради.

Пневматик болъа

Пневматик болъа ёрдамида технологик жараёнларда катта гаетотли зарб натижасида жисм боъланади. Пневматик болъа ёрдамида бетон, турли қаттик грунтлар ва тошлар майдаланади. Ҳавонинг пульсациали оқими ёрдамида кучли тебраниш ҳосил қилинади, бунда сиқилган ҳавонинг узулишли оқими ҳосил қилинади.

Ҳаво йиъувчи бак (рессивер)

Компрессордан берилган ҳаво ёки газоз махсус йиъувчи бакка камалади. Бу ерда ҳавонинг оқимидаги пулрсация камаяди ва ва юқори босимли ҳаво ҳосил бўлади. Бу ерда ҳаво таркибидаги суюқлик ажратиб олинади ва махсус дренажлар орқали ташқарига чиқариб юборилмоқда

Пневмокучайтиргичлар

Пневмокучайтиргичлар сопло-засланкали ва мулртрипликаторли бўлади. сопло-засланкали пневмокучайтиргичда ҳаво оқимининг кинетик энергиясининг ўзгариши ҳисобига босим орттирилади. Мулртрипликаторда жуфт плунжерлар ёрдамида босим орттирилади.

Назорат саволлари:

1. Пневмоюритмалар қандай элементлардан ташкил топган?
2. Пневмобритмалар қайерларда қўлланилади?
3. Пневмоюритмаларни афзаллиги ва камчилиги нимада?
4. Пневмоқаршиликлар қандай ишлайди?
5. Пневмотакрорлагичлар қандай ишлайди?
6. Пневмоклапанлар қандай вазифаларни бажаради?
7. Пневматик реле нима?
8. Пневматик болъа нима у қандай ишлайди?
9. Пневматик рессивер нима?
10. Пнемокучайтиргичлар қандай ишлайди.

АДАБИЁТЛАР

1. Башта Т.М. и др. «Гидравлика, гидромашинк и гидропровод». Москва. Машиностроение 1982.
2. Латипов К.Ш. «Гидравлика, гидромашиналар ва гидроюритмалар» Тошкент «Ўқитувчи» 1992 й.
3. Холлин К.М. Никитин О.Ф. «Основк гидравлики и обоемнке гидроприводк». Москва. Машиностроение. 1989 г.
4. Чугаев Р.Р. «Гидравлика» Ленинград. «Энергияиздат».1992
5. Латипов К., Эргашев С, «Гидравлика ва гидромашиналар» Тошкент «Ўқитувчи». 1986
6. Свешников В.К., Усов А.А. «Станочнқй гидропривод» Москва «Машиностроение». 1992
7. Никитин О.Ф., Холлин К.М. «Обхемнке гидравлические и пневматические приводк» Москва. Машиностроение. 1988.
8. Гиргидов А.Д. Техническая механика жидкости и газа С.П. 1999
9. Сорокин В.П. «Гидравлические машинк, гидравлические приводк и гидропневмоавтоматика СП. 2000

МУНДАРИЖА

1. Маъруза.....	6
2. Маъруза.....	10
3. Маъруза.....	17
4.Маъруза.....	22
5.Маъруза.....	29
6.Маъруза.....	33
7.Маъруза.....	39
8.Маъруза.....	43
9.Маъруза.....	48
10.Маъруза.....	52
11.Маъруза.....	57
12.Маъруза.....	64
13.Маъруза.....	71
14.Маъруза.....	74
15.Маъруза.....	81
16.Маъруза.....	84
17.Маъруза.....	88
18.Маъруза.....	93
Адабиётлар.....	95
Мундарижа.....	96

