

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

ГЕОГРАФИЯ ФАКУЛЬТЕТИ
ҚУРУҚЛИК ГИДРОЛОГИЯСИ КАФЕДРАСИ

**5440600-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
ЙЎНАЛИШИ**

УМУМИЙ ВА МАХСУС ГИДРАВЛИКА

**ФАНИДАН
ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУА**

Тузувчилар: г.ф.д., проф. Ҳикматов Ф.Ҳ.
г.ф.д., проф. Трофимов Г.Н.
ўқитувчи Рахмонов К.Р.

Тошкент-2011

МУНДАРИЖА

Кириш	3
1. Фан дастури.....	4
2. Ишчи фан дастури.....	10
3. Календар иш режаси.....	13
4. Баҳолаш мезонлари ва баллар тақсимоти.....	15
5. Таълим технологияси.....	18
6. Маъруза матнлари.....	19
7. Тест топшириқлари.....	99
8. Назорат саволлари.....	106
9. Реферат мавзулари.....	121
10. Курс ишлари мавзулари.....	122
11. Малакавий битирув ишлари мавзулари.....	123
12. Мустақил таълим учун саволлар.....	124
13. Глоссарий.....	125
14. Слайдлар.....	126
15. Адабиётлар.....	132

КИРИШ

Маълумки, “Умумий ва махсус гидравлика” фани 5440600-Гидрометеорология бакалавриат таълим йўналишида ўқитиладиган асосий курслардан бири ҳисобланади.

Ушбу мажмуа «Гидрометеорология» мутахассислиги ўқув режасига кирган «Умумий ва махсус гидравлика» курси дастури асосида тузилган. Маълумки, мазкур курс умумий ва махсус қисмлардан иборат. Умумий қисмда гидростатика ва гидродинамика қонунлари ўрганилса, махсус қисмда очик ўзанлар – дарёлар, каналлардаги сувнинг ҳаракати қонуниятлари ўрганилади. Муҳандис гедрологларнинг Амалий фаолияти даврида дуч келиши мумкин бўлган масалалар ҳисобга олиниб, қўлланмада махсус қисмга кўпроқ эътибор берилди.

Ўқув услубий мажмуа қўйидаги таркибий қисмлардан иборат: фан дастури, ишчи фан дастури, календар иш режаси, баҳолаш мезонлари ва баллар тақсимооти, таълим технологияси, маъруза матнлари, тест топшириқлари, назорат саволлари, реферат мавзулари, курс ишлари мавзулари, малакавий битирув ишлари мавзулари, мустақил таълим учун саволлар, глоссарий, слайдлар ва курсни ўрганишда тавсия этиладиган адабиётлар рўйхати.

Мажмуадан ўрин олган топшириқлар курснинг асосий мавзулари ҳисобланган гидростатик босим ва унинг хоссалари, сувга туширилган жисмларнинг сузиш қонунлари, қувурлар ва очик ўзанларда сувнинг текис ва нотекис ҳаракатлари, ташлама ҳамда каналларнинг гидравлик ҳисоб-китобига оид масалаларни ҳал этишга бағишланган. Шу билан бирга мажмуада сув оқими кўндаланг кесимиинг солиштирма энергияси, гидравлик «сакраш» функцияси графикларини ва тўғонларнинг юқори қисмларида кузатиладиган димланиш ҳодисаси ўлчамларини чизмада тасвирлаш ҳамда аниқлаш усуллари баён этилган.

Мажмуадаги барча топшириқларга тегишли бўлган масалалар маълум даражада Амалий аҳамиятга эга эканлигини эътиборга олсак, ундан «Гидрометеорология» мутахассислиги бўйича таълим олаётган талабалар билан бир қаторда муҳандис гидрологлар, муҳандис геотехниклар ва сув хўжалиги ходимлари ҳам фойдаланишлари мумкин.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Руйхатга олинди

№ БД 5440600-3.1.05
2008 йил “23” август

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлигининг 2008 йил “23”
августдаги “263”-сонли буйруғи
билан тасдиқланган

УМУМИЙ ВА МАХСУС ГИДРАВЛИКА
фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 400000 – Фан
Таълим соҳаси: 440000 – Табиий фанлар
Таълим йўналиши: 5440600 – Гидрометеорология

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими ўқув-услугий бирлашмалари фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2008 йил “20” августдаги “4” - сон мажлис баёни билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

Ҳикматов Ф.Ҳ. – “Қуруқлик гидрологияси” кафедраси мудирини,
профессор, г.ф.д.

Трофимов Г.Н. – “Қуруқлик гидрологияси” кафедраси профессори, г.ф.д.

Тақризчилар:

Махмудов Э.Ж. – Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Сув муаммолари институти директори, т.ф.д., профессор.

Исанов Ш.А. – Ўзбекистон Миллий университети “Назарий ва тадбиқий механика” кафедраси доценти, ф.-м.ф.н.

Фаннинг ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Илмий - услубий кенгашида тавсия қилинган (2008 йил 27 июндаги 9-сонли баённома).

Кириш

Олий таълим тизимида амалга оширилаётган ислохатларга мувофиқ ҳолда жаҳон андозаларига жавоб берадиган юқори малакали гидрометеоролог - мутахассисларни тайёрлаш бугунги кунда муҳим аҳамият касб этади. “Умумий ва махсус гидравлика” фани гидрометеорология таълим йўналиши ўқув режасига киритилган умумқасбий фанлардан бири ҳисобланади. Ушбу фан гидростатика, очиқ ўзанларда сувнинг текис ҳаракати, гидравлик сакраш, очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати ва ташламаларни ҳамда суюқликларнинг, энг аввало сувнинг ҳаракати ва мувозанат шарти қонунларини ўрганади.

Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга суюқликларнинг тинч ва ҳаракатдаги ҳолати қонуниятларини ўргатиш ва натижада уларда дарёлар, каналлар ва сув омборларини гидравлик ҳисоблаш усулларини амалда қўллай олиш бўйича билим, кўникма ва малака шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси - талабаларга гидростатика, гидродинамика ва махсус гидравлика – очиқ ўзанлар гидравликаси қонунларини, гидравлик ҳисоблаш усулларини ўргатиш ва уларда шу усулларни амалда қўллай билиш бўйича малака ва тажриба ҳосил қилишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникма ва малакасига қўйиладиган талаблар

“Умумий ва махсус гидравлика” ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида бакалавр:

- гидростатика ва гидродинамика қонунларини; суюқликлар ҳаракатининг таснифи ва жисмларнинг сузишини; ламинар ва турбулент режимли ҳаракатларни; Бернулли тенгламасини; суюқликларнинг йирик отвортия ва насадкалар орқали оқиши ва қувурлардаги напорли ҳаракатларни; энергия йўқотилишини ҳисобга олиш тамойили ва суюқликларнинг очиқ ўзанлардаги текис, текисмас ва ўзгарувчан ҳаракати қонунларини **билиши керак**;

- узун қувурларни гидравлик ҳисоблаш; Шези коэффициентини аниқлаш; каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларни ечиш; текисмас ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси амалиётга тадбиқ этиш **кўникмаларига эга бўлиши керак**;

- очиқ ўзанларда суюқликларнинг текисмас ҳаракати гидравлик элементларини ҳисоблай олиш; каналлар қўндаланг қирқими гидравлик элементларини аниқлаш; гидравлик сакраш, бьефларнинг туташуши турларини аниқлай олиш; сув ўлчаш ташламаларидан амалда фойдалана олиш **малакаларига эга бўлиши керак**.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жиҳатдан узвий кетма – кетлиги

“Умумий ва махсус гидравлика” ўқув фани умумқасбий фан ҳисобланиб, 3- ва 4 - семестрларда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасидан ўрин олган математик ва табиий – илмий (олий математика, информатика ва ахборот технологиялари, физика), умумқасбий (мутахассисликка кириш, геофизика асослари ва х.к.) фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишни талаб этади.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Бўлажак гидрометеорология бакалаврлари ўзларининг ишлаб чиқариш фаолиятида, жумладан дарёлар, каналлар ва сув омборларида дала – кузатув ҳамда сув ўлчаш ишларини ташкил этишларида, улардан халқ хўжалигининг турли соҳаларида самарали фойдаланишда гидравлика қонунлари ва ҳисоблаш усулларига таянадилар. Шу жиҳатдан “Умумий ва махсус гидравлика” ўқув фани юқори малакали гидрометеорологлар тайёрлаш тизимининг ажралмас бўғини ҳисобланади.

Фанни ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар

Талабаларнинг “Умумий ва махсус гидравлика” ўқув фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг илғор ва замонавий усулларидан фойдаланиш, бу жараёнда янги информацион – педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матнлари, тарқатма материаллар, электрон материаллар ва кўргазмали қуроллардан фойдаланилади. Маъруза ва амалий машғулот дарсларида мавзуга мос равишдаги илғор педагогик технологиялар қўлланилади.

Асосий қисм

Фаннинг назарий машғулоти мазмуни

Гидравлика фани, предмети, тадқиқот объекти. Фаннинг мақсади ва вазифалари, қисқача ривожланиш тарихи. Суюқликлар ва уларнинг физик хусусиятлари. Гидравлик катталиклар ва уларни турли ўлчам бирликлари тизимларида ифодалаш.

Гидростатика

Гидростатик босимнинг асосий хусусиятлари. Гидростатиканинг асосий тенгламаси. Тенг босимли юзалар. Пьезометрик баландлик. Вакуум. Текис юзали деворга бўладиган босимни аналитик ва графоаналитик

усуллар билан аниқлаш. Босим маркази. Эгри сиртларга бўладиган босим. Гидростатик босимни ўлчаш усуллари ва ускуналари.

Жисмларнинг сузиши

Суёқликка туширилган жисмнинг уч ҳолати. Архимед қонуни. Сузиш ва сузаётган жисмнинг мувозанат шарти. Турғунлик ва метамарказ.

Гидродинамика

Суёқликлар ҳаракати, турлари. Суёқликлар ҳаракати элементлари. Траектория, оқим, сув сарфи, гидравлик радиус, нишаблик. Ўртача тезлик. Суёқликлар ҳаракатининг таснифи. Напорли ва напорсиз, ўзгармас ва ўзгарувчан, текис ва текисмас ҳаракатлар. Гидравлик қаршилиқлар ва ғадир-будирлик тўғрисида тушунча.

Ламинар ва турбулент тартибли ҳаракатлар. Суёқликнинг чегара қатлами тушунчаси. Критик (чегара) тезлик. Рейнольдс тажрибалари. Тезлик пульсацияси, ўртача тезлик. Тезликнинг ламинар ва турбулент оқимларда тақсимланиши. Ламинар ҳаракатни ҳисоблаш ифодалари.

Бернулли тенгламаси

Идеал ва реал суёқликлар. Тезликнинг нотекис тақсимланиш коэффициентлари. Бернулли тенгламаси. Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маъноси, ўлчам бирлиги. Пьезометрик ва гидравлик нишаблиқлар. Энергия йўқотилишини ҳисобга олиш. Бернулли тенгламасини секин ўзгарувчан ҳаракатдаги суёқликлар учун қўллаш мумкинлиги ҳақида. Найсимон оқимларнинг эгрилигини ҳисобга олиш.

Суёқликларнинг отверстия ва насадкалар орқали оқиши

Юпка девордаги кичик отверстиядан оқиш. Қаршилиқ, тезлик, кичрайиш ва сув сарфи коэффициентлари. Йирик отверстиялардан оқиш. Сув омборлари ва идишларнинг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш. Насадкалар, уларнинг типлари, амалда қўлланиши.

Напорли ҳаракат

Суёқликларнинг қувурлардаги напорли ҳаракати. Қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни ҳисоблаш. Маҳаллий қаршилиқлар. Энергия йўқотилишини ҳисобга олиш принципи. Қувурлар тизимининг қаршилиқ коэффициентлари. Напорли қувурларни ҳисоблаш. Қисқа ва узун сув узатиш тармоқлари ҳақида тушунча. Сифон ва дюкерларни ҳисоблаш.

Текис ҳаракат

Суёқликларнинг очик ўзанлардаги текис ҳаракати. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси. Шези, Дарси-Вейсбах ифодаларини келтириб чиқариш. Текис ҳаракат тенгламасининг амалий масалаларга тадбиқи. Шези коэффициентини ҳисоблашнинг Маннинг, Базен, Павловский, Агроскин ва бошқаларнинг эмпирик формулалари. Ғадир-будирлик коэффициенти, уни аниқлаш усуллари. Оқимнинг тезлик ва сув сарфи характеристикалари. Қаршилиқларнинг ғадир-будирликка ва гидравлик радиусга боғлиқлиги.

Каналларни гидравлик ҳисоблаш

Каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари. Каналлар кўндаланг қирқимининг гидравлик элементлари. Каналларнинг гидравлик энг қулай кўндаланг қирқими. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналларни ҳисоблаш. Табиий ўзанлар учун гидравлик ҳисоблашлар.

Нотекис ҳаракат

Босимсиз ҳаракатда қирқимнинг бирлик энергияси. Критик чуқурлик, тезлик ва нишаблик. Қирқимнинг бирлик энергияси графиги. Сокин ва шиддатли ҳаракат. Фруд сони. Очик ўзанларда суёқликларнинг нотекис ҳаракати тушунчаси. Нотекис ҳаракатдаги ўзанларнинг эркин юзалари шакли. Амалдаги нотекис ҳаракат. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси. Тенгламани таҳлил қилиш. Тенгламани интеграллаш. Павловский, Бахметев усуллари.

Гидравлик сакраш

Гидравлик сакраш ва бьефларнинг туташиши. Гидравлик сакраш, унинг юзага келиш шарт-шароитлари. Гидравлик сакраш элементлари. Гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси. Ўзаро боғлиқ чуқурликлар. Бьефлар туташишининг турлари. Кўмилган гидравлик сакраш. Куйи бьефда энергияни сўндириш усуллари. Оқимга қарши тўсиқларни ҳисоблаш.

Ташламалар

Ташламаларнинг таърифи, таснифи. Оқим траекторияси ва шакллари. Юпка деворли ташламалар. Ҳисоблаш ифодалари. Ташламанинг сувга кўмилиш шарти. Ён томондан сиқилиш ва оқиб келиш тезлигини ҳисобга олиш. Девор қиялигининг ташлама сув сарфи коэффициенти таъсири. Ташламаларни гидрометрия амалиётида қўллаш. Амалий профилли ташламалар. Кўмилиш шарти. Туйнуқлар, кўприклар ва напорсиз қувурлар учун ҳисоблашлар. Сув ўлчаш ташламалари ва новлари.

Дарёларда сувнинг нотекис ҳаракати

Табиий ўзанлар юзаси эгри чизигини чизиш. Дарёни қисмларга ажратиш. Қаршилиқ модулининг инвариантлиги. Эркин юзалар эгри чизигини чизишнинг Павловский, Рахманинов, Вернадский ва бошқалар таклиф этган усуллари. Димланиш эгри чизигини чизиш.

Ўзгарувчан ҳаракат

Ўзгарувчан сарфли оқим ҳаракати, унинг тенгламаси. Шу турдаги ҳаракатга мисоллар. Ўзгарувчан ҳаракат. Очиқ ўзанлардаги ҳаракатнинг асосий тенгламаси. Сен-Венан тенгламаси, уни ечиш усуллари.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Ҳар бир амалий машғулот, дастлаб ишнинг мақсадини ва мавзуга оид назарий билимларни қисқача ёритишдан бошланади. Сўнг ишни бажариш учун зарур бўлган маълумотлар ва қўйилган мақсадни амалга ошириш учун талаб қилинган вазифалар аниқ белгиланиб, ишни бажариш тартиби эса қўйилган вазифалар кетма-кетлигига асосланади. Барча ишлар олинган натижаларнинг таҳлили билан якунланади. Ҳар бир амалий машғулотни бажариш учун берилган маълумотларга таяниб, талабаларга алоҳида вариантлар таклиф этилади.

Амалий машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

1. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари ва уларни ҳисоблашга оид масалалар.
2. Гидростатик босим. Босим кучи ва уни ҳисоблаш.
3. Узун қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
4. Қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
5. Бернулли диаграммасини тузиш.
6. Каналлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
7. Кўндаланг қирқимнинг солиштирма энергияси.
8. Гидравлик сакраш, сакраш функцияси графигини чизиш.
9. Текисмас ҳаракат тенгламасини интеграллаш: димланиш эгри чизиги графигини чизиш.
10. Суюқликларнинг отворстия ва насадкалардан оқиши.
11. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш
12. Ташлама (водослив)лар учун гидравлик ҳисоблашлар.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан услубий кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларни амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали қурооллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Мустақил ишни тайёрлашда “Умумий ва махсус гидравлика” фанининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда талабага қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар бўйича фан боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллардан фойдаланган ҳолда фаннинг маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлардан фойдаланган ҳолда, фан бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- янги гидравлик техникаларни, аппаратураларни, жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- фаннинг талабанинг ўқув-илмий-тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ бўлган бўлимларини ва мавзуларини чуқур ўрганиш;
- масофавий (дистанцион) таълимдан фойдаланиш ва ҳ.к.

Мустақил иш учун қуйидаги мавзуларни чуқур ўрганиш тавсия этилади:

1. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари;
2. Гидростатиканинг асосий қонунлари;
3. Тўғонлар деворига бўладиган гидростатик босимни ҳисоблаш;
4. Рейнольдс тажрибаси ва Рейнольдс сонининг қийматини аниқлаш;
5. Маҳаллий қаршилиқларни аниқлаш;
6. Узунлик бўйича қаршилиқларни аниқлаш;
7. Бернулли тажрибасини ўтказиш ва Бернулли диаграммасини чизиш;
8. Димланиш эгри чизиги ва уни амалиётда қўллаш;
9. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш;
10. Сув ўлчаш ташламалари ва улардан амалиётда фойдаланиш

Дастурнинг инфор­мацион-услубий таъминоти

Мазкур фанни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий усуллари, янги педагогик ва ахборот – коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган. Дастурдаги барча маъруза мавзуларини ўтишда

таълимнинг замонавий усулларидан кенг фойдаланиш, ўқув жараёнини янги педагогик технологиялар асосида ташкил этиш самарали натижа беради. Бу борада замонавий педагогик технологиянинг “Бумеранг”, “Ёлпигич”, “Ақлий хужум”, “Масофавий таълим”, “Занжир”, “Кластер” ҳамда “Муаммоли таълим” технологиясининг “Мунозарали дарс” каби усулларини қўллаш ўринлидир. Шунингдек, амалий машғулотлар жараёнида фанга тегишли бўлган махсус қурилмалар, жадваллар, чизмалар ва слайдлардан фойдаланиш назарда тутилади.

**Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва
ўқув қўлланмалар рўйхати**

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Спицын И.П., Соколова З.А. Общая и речная гидравлика. -Л.: Гидрометеиздат, 1990.
2. Умаров А.Ю. Гидравлика. -Тошкент: Ўзбекистон, 2002.
3. Чугаев Р.Р. Гидравлика -Л.: Энергия, 1975.
4. Штеренлихт В.Д. Гидравлика -М.: Наука, 1991.
5. Ҳикматов Ф.Ҳ. Гидравликадан амалий машғулотлар. –Тошкент: Университет, 1993.

Қўшимча адабиётлар

6. Андриевская А.В. Задачник по гидравлике.-М.: Энергия, 1977.
7. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. -М.: Энергия, 1974.
8. Примеры гидравлических расчетов. -М.: Транспорт, 1977.
9. Трофимов Г.Н. Гидравлика. Часть I,II // Конспект лекций. –Тошкент., Университет, 2001.
10. Филиппов Е.Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. –Л.: Гидрометеиздат, 1990.
11. Чертоусов М.Д. Гидравлика (спец. курс). -М.: Гос-издат, 1962.
12. www.undp.uz (Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Тараққиёт Дастури Веб-сайти).
13. www.gwpcacena.org
14. www.Ziyo.net

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**География факультети
Қуруқлик гидрологияси кафедраси**

**УМУМИЙ ВА МАХСУС ГИДРАВЛИКА
фанининг**

**ИШЧИ
ЎҚУВ ДАСТУРИ**

Гидрометеорология йўналиши II курс талабалари учун
 «Умумий ва махсус гидравлика» фанининг
 ишчи дастури

Жами –126 с
 Маъруза – 50 с.
 Амалий машғулот - 76 с.
 Рейтинг – 22 с.

Фанининг назарий машғулотлари
 (маърузалар)

- 1-маъруза. Кириш маърузаси (гидравлика фани, мақсади, вазифалари, ривожланиш тарихи) (2 с).
 2-маъруза. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари (2 с).
 3-маъруза. Гидростатика. Гидростатик босим (4 с).
 4-маъруза. Гидростатик босимни график кўринишида ифодалаш ва босим кучини ҳисоблаш (4 с).
 5-маъруза. Жисмларнинг сузиши. Архимед қонуни (2 с).
 6-маъруза. Гидродинамика. Суюқликларнинг ҳаракати ва унинг турлари (2 с).
 7-маъруза. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари. Оқимнинг гидравлик элементлари. Сув сарфи доимийлиги тенгламаси (2 с).
 8-маъруза. Бернулли тенгламаси, унинг геометрик ва энергетик маъноси, ўлчам бирлиги (2 с).
 9-маъруза. Бернулли тенгламасининг қўлланиши. Бернулли диаграммаси (2 с).
 10-маъруза. Гидравлик қаршиликлар, напор йўқотилиши, турлари ва ҳисоблаш усуллари (2 с).
 11-маъруза. Узун ва қисқа напорли қувурларни гидравлик ҳисоблаш (2 с).
 12-маъруза. Напорли қувурларда гидравлик зарба (тепки) (2 с).
 13-маъруза. Очiq ўзанларда текис ҳаракат, текис ҳаракат тенгламаси (2 с).
 14-маъруза. Каналларни гидравлик ҳисоблаш (4 с).
 15-маъруза. Очiq ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати (2 с).
 16-маъруза. Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси. Критик чуқурликни ҳисоблаш (2 с).
 17-маъруза. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси (2 с).
 18-маъруза. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини интеграллаш. Ўзанда ҳаракатланаётган сувнинг эркин юзалари шакллари текшириш (2 с).
 19-маъруза. Гидравлик сакраш, гидравлик сакраш тенгламаси (2 с).
 20-маъруза. Ўзгарувчан ҳаракат. Суюқликларнинг кичик туйнуклар ва ва насадкалар орқали оқиши (2 с).
 21-маъруза. Ташламалар, турлари, таснифи. Ташламаларни ҳисоблаш ифодалари (2 с).
 22-маъруза. Қалин деворли ва амалий профилли ташламалар. Сув ўлчаш ташламалари (2 с).

Амалий машғулотлар

1. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари ва уларни ҳисоблашга оид масалалар.
2. Гидростатик босим. Босим кучи ва уни ҳисоблаш.
3. Узун қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
4. Қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
5. Бернулли диаграммасини тузиш.
6. Каналлар учун гидравлик ҳисоблашлар.
7. Кўндаланг қирқимнинг солиштирма энергияси.
8. Гидравлик сакраш, сакраш функцияси графигини чизиш.
9. Текисмас ҳаракат тенгламасини интеграллаш: димланиш эгри чизиғи графигини чизиш.
10. Суюқликларнинг отворстига ва насадкалардан оқиши.
11. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш
12. Ташлама (водослив)лар учун гидравлик ҳисоблашлар.

Мустақил иш ва уни ташкил этиш

Мустақил ишни тайёрлашда “Умумий ва махсус гидравлика” фанининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда талабага қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар бўйича фан боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллардан фойдаланган ҳолда фанининг маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлардан фойдаланган ҳолда, фан бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;

- янги гидравлик техникаларни, аппаратураларни, жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- фаннинг талабанинг ўқув-илмий-тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ бўлган бўлимларини ва мавзуларини чуқур ўрганиш;
- масофавий (дистанцион) таълимдан фойдаланиш ва ҳ.к.

Мустақил иш учун қуйидаги мавзуларни чуқур ўрганиш тавсия этилади:

1. Суюкликларнинг асосий физик хусусиятлари;
2. Гидростатиканинг асосий қонунлари;
3. Тўғонлар деворига бўладиган гидростатик босимни ҳисоблаш;
4. Рейнольдс тажрибаси ва Рейнольдс сонининг қийматини аниқлаш;
5. Маҳаллий қаршилиқларни аниқлаш;
6. Узунлик бўйича қаршилиқларни аниқлаш;
7. Бернулли тажрибасини ўтказиш ва Бернулли диаграммасини чизиш;
8. Димланиш эгри чизиғи ва уни амалиётда қўллаш;
9. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш;
10. Сув ўлчаш ташламалари ва улардан амалиётда фойдаланиш

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалари

1. Каримов И.А. Юксак маънавият - енгилмас куч. – Т.: Ўзбекистон, 2008.
2. Каримов И.А. Энг асосий мезон – ҳаёт ҳақиқатини ақс эттириш - Т.: Ўзбекистон, 2009.
3. Каримов И.А. Жаҳон молиявий- иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этиш йўллари ва чоралари. –Т.: Ўзбекистон, 2009.
4. Бу муқаддас ватанда азиздир инсон. - Т.: Ўзбекистон, 2010.
5. Спицын И.П., Соколова З.А. Общая и речная гидравлика. -Л.: Гидрометеоздат, 1990.
6. Умаров А.Ю. Гидравлика. -Тошкент: Ўзбекистон, 2002.
7. Чугаев Р.Р. Гидравлика -Л.: Энергия, 1975.
8. Штеренлихт В.Д. Гидравлика -М.: Наука, 1991.
9. Ҳикматов Ф.Ҳ. Гидравликадан амалий машғулотлар. –Тошкент: Университет, 1993.
10. Аденбаев Б.Е., Трофимов Г.Н., Хикматов Ф.Х. Лабораторно-практические работы по общей и специальной гидравлике // Учебное пособие. –Ташкент, 2009. – 47 с.

Қўшимча адабиёт

1. Андриевская А.В. Задачник по гидравлике.-М.: Энергия, 1977.
2. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. -М.: Энергия, 1974.
3. Примеры гидравлических расчетов. -М.: Транспорт, 1977.
4. Трофимов Г.Н. Гидравлика. Часть I,II // Конспект лекций. –Тошкент., Университет, 2001.
5. Филиппов Е.Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. –Л.: Гидрометеоздат, 1990.
6. Чертоусов М.Д. Гидравлика (спец. курс). -М.: Гос-издат, 1962.
7. www.undp.uz (Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Тараққиёт Дастури Веб-сайти).
8. www.gwpcacena.org
9. www.Ziyo.net

Тузувчилар:

проф Ҳикматов Ф.Ҳ.

проф. Трофимов Г.Н.

ўқит. Раҳмонов К.Р.

Мазкур ишчи дастур Куруклик гидрологияси кафедрасининг «26» август 2011 йилдаги мажлисида муҳокама қилинган ва факультет ИКга тасдиқлаш учун тавсия этилган (1-сонли баённома)

Кафедра мудири

проф Ҳикматов Ф.Ҳ.

«Т а с д и қ л а й м а н»
декан _____
доц. Маҳаммадалиев Р.Й.
«29» « август » 2011 й.

«Умумий ва махсус гидравлика» фанининг
2011-2012 ўқув йили
ИШ РЕЖАСИ
(Рейтинг картаси)

Факультет: География

Йўналиш: Гидрометеорология

Кафедра: Куруклик гидрологияси

Курс: II курс, ўзбек гуруҳи

Ўқитувчилар: проф. Ҳикматов Ф.Х, проф. Трофимов Г.Н., ўқит. Раҳмонов К.Р.

Маъруза - 50 соат,

Амалий машғулот - 76 соат,

Рейтинг -22 соат.

Жами 126 соат.

Вақти	Дарс тури	Ажратилган соат	МАВЗУЛАР		
			ЖБ	ОБ	ЯБ
			МАЪРУЗАЛАР		
IX	1-М	2	Кириш маърузаси (гидравлика фани, мақсади, вазифалари, ривожланиш тарихи).		
IX	2-М	4	Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари.		
IX	3-М	2	Гидростатика. Гидростатик босим.		
IX	4-М	4	Гидростатик босимни график кўринишида ифодалаш ва босим кучини ҳисоблаш.		
IX	5-М	2	Жисмларнинг сузиши. Архимед қонуни.		
IX	6-М	2	Гидродинамика. Суюқликларнинг ҳаракати ва унинг турлари.		
X	7-М	2	Гидродинамиканинг асосий тушунчалари. Оқимнинг гидравлик элементлари. Сув сарфи доимийлиги тенгламаси.		
X	8-М	2	Бернулли тенгламаси, унинг геометрик ва энергетик маъноси, ўлчам бирлиги.		
X	9-М	2	Бернулли тенгламасининг қўлланиши. Бернулли диаграммаси.		
X	10-М	2	Гидравлик қаршиликлар, напор йўқотилиши, турлари ва ҳисоблаш усуллари		
X	11-М	2	Узун ва қисқа напорли қувурларни гидравлик ҳисоблаш .		
XI	12-М	2		10	
XI	13-М	2	Очик ўзанларда текис ҳаракат, текис ҳаракат тенгламаси.		
XI	14-М	4	Каналларни гидравлик ҳисоблаш.		
XI	15-М	2	Очик ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати.		
XI	16-М	2	Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси. Критик чуқурликни ҳисоблаш.		
XI	17-М	2	Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси.		
XII	18-М	2	Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини интеграллаш. Ўзанда ҳаракатланаётган сувнинг эркин юзалари шакллари текшириш.		
XII	19-М	2	Гидравлик сакраш, гидравлик сакраш тенгламаси.		
XII	20-М	2	Ўзгарувчан ҳаракат. Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва ва насадкалар орқали оқиши.		
XII	21-М	2	Ташламалар, турлари, таснифи. Ташламаларни ҳисоблаш ифодалари		
XII	22-М	2		15	30
Амалий машғулотлар					

IX	A	8	Суюкликларнинг асосий физик хусусиятлари ва уларни ҳисоблашга оид масалалар.	5		
IX	A	8	Гидростатик босим. Босим кучи ва уни ҳисоблаш.	5		
X	A	10	Бернулли диаграммасини тузиш. Узун ва қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар	5		
XI	A	10	Каналлар учун гидравлик ҳисоблашлар.	5		
XI	A	10	Кўндаланг қирқимнинг солиштирма энергияси. Гидравлик сакраш, сакраш функцияси графигини чизиш.	5		
XII	A	10	Текимас ҳаракат тенгламасини интеграллаш: димланиш эгри чизиғи графигини чизиш.	5		
XII	A	10	Суюкликларнинг отворестия ва насадкалардан оқиши. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш.	5		
I	A	10	Ташлама (водослив)лар учун гидравлик ҳисоблашлар.	5		
			Давомат	5		
			Жами	45	25	30

Асосий адабиёт

1. Каримов И.А. Юксак маънавият - энгилмас куч. – Т.: Ўзбекистон, 2008.
2. Каримов И.А. Энг асосий мезон – ҳаёт ҳақиқатини акс эттириш - Т.: Ўзбекистон, 2009.
3. Каримов И.А. Жаҳон молиявий- иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этиш йўллари ва чоралари. –Т.: Ўзбекистон, 2009.
4. Бу муқаддас Ватанда азиздир инсон. – Тошкент: Ўзбекистон, 2010.
5. Спицын И.П., Соколова З.А. Общая и речная гидравлика. -Л.: Гидрометеоздат, 1990.
6. Умаров А.Ю. Гидравлика. -Тошкент: Ўзбекистон, 2002.
7. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергия, 1975
8. Штеренлихт В.Д. Гидравлика -М.: Наука, 1991.
9. Ҳикматов Ф.Х. Гидравликадан амалий машғулотлар. –Тошкент: Университет, 1993.
10. Аденбаев Б.Е., Трофимов Г.Н., Хикматов Ф.Х. Лабораторно-практические работы по общей и специальной гидравлике // Учебное пособие. – Ташкент, 2009.

Қўшимча адабиёт

1. Андриевская А.В. Задачник по гидравлике.-М.: Энергия, 1977.
2. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. -М.: Энергия, 1974.
3. Примеры гидравлических расчетов. -М.: Транспорт, 1977.
4. Трофимов Г.Н. Гидравлика. Часть I,II // Конспект лекций. –Тошкент., Университет, 2001.
5. Филиппов Е.Г. Гидравлика гидрометеорологических сооружений для открытых потоков. – Л.: Гидрометеоздат, 1990.
6. Чертоусов М.Д. Гидравлика (спец.курс). –М.: Госиздат, 1962.
7. www.undp.uz (Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Тараққиёт Дастури Веб-сайти).
8. www.gwpcacena.org
9. www.Ziyo.net

Тузувчилар:

проф. Ҳикматов Ф.Х

проф. Трофимов Г.Н.

ўқит. Раҳмонов К.Р.

Мазкур иш режа (рейтинг картаси) Куруқлик гидрологияси кафедрасининг «26» август 2011 йилдаги мажлисида муҳокама қилинган ва факультет ИКга тасдиқлаш учун тавсия этилган (1-сонли баённома)

Кафедра мудири:

проф. Ҳикматов Ф.Х.

**Мирзо Улуғбек номидаги
Узбекистон Миллий университети**

«Гасдиклайман»
География факультети
декани _____
доц. Маҳмадалиев Р.Й.
« 29 » август 2011 йил

География факультети
Қуруқлик гидрологияси
кафедраси

5440600- Гидрометеорология таълим йўналиши
II курс талабалари билимини
«Умумий ва махсус гидравлика» фанидан рейтинг
тизими асосида назорат қилиш ва
б а ҳ о л а ш м е з о н и

Максимал балл	100
Оралик назорат	25 (ОН)
Жорий назорат	45 (ЖН)
Якуний назорат	30 (ЯН)

**Талабалар билимини рейтинг тизими асосида
назорат қилиш ва баҳолаш
мезонлари**

Фан: Умумий ва махсус гидравлика

Ўқитувчилар: проф. Ф.Ҳ.Ҳикматов, ўқит. Раҳмонов К.Р.

Ўқув йили: 2010-2011 й.

Семестр: 1

Маъруза – 50 с.

Амалий машғулот -76 с.

Мустақил иш – 124 с.

Жами – 250 с

Рейтинг – 22 с.

№	Назорат тури	Мах. балл	Саралаш бали	Ўтказиш вақти
1.	Жорий назорат	5	2,75	Сентябр, 2-декада
2.	Жорий назорат	5	2,75	Сентябр, 3-декада
3.	Жорий назорат	5	2,75	Октябр, 1-декада
4.	Жорий назорат	5	2,75	Октябр, 2-декада
5.	Жорий назорат	5	2,75	Ноябр, 1-декада
6.	Жорий назорат	5	2,75	Ноябр, 3-декада
7.	Жорий назорат	5	2,75	Декабр, 1-декада
8.	Жорий назорат	5	2,75	Декабр, 3-декада
9.	Давомат	5	2,75	Семестр давомида
10.	1 - оралик назорат	10	5,5	Ноябр, 1-декада
11.	2- оралик назорат	15	8,2	Декабр, 3-декада
12.	Яқуний назорат	30	16,5	Январ, 3-декада

Жорий баҳолаш мезонлари:

Амалий машғулотлардан баҳолашда қуйидагилар эътиборга олинади:

- мустақил назарий тайёргарлик даражаси (конспект, оғзаки савол-жавоб);
- ишни бажаришдан мақсад ва бажариш тартибини билиши;
- ишни бажариш жараёнида олинган натижалар асосида ҳисоблашларнинг тўғри амалга оширилганлиги;
- олинган натижаларни таҳлил қилиш орқали чиқарилган хулосаларнинг илмийлиги.

Семинармашғулотлардаги баҳолаш жараёнида қуйидагилар инобатга олинади:

- магистрантнинг мустақил назарий тайёргарлик даражаси;
- магистрантнинг мавзуни ёритиб бера олиш даражаси;
- амалий машғулот топшириқларини бажариш жараёнида назарий билимларни тўғри қўллай билганлиги (керакли формула, қонуниятлар тўғри ишлатилганлиги);
- мавзуга тегишли савол-жавоблардаги фаоллиги.

Оралик баҳолаш мезонлари:

- фаннинг ОБ учун белгиланган бўлими ёки қисми бўйича назарий билимларнинг тўла ўзлаштирилганлик даражаси;
- олинган назарий билимларни қўллай билиш қўникмаларининг шаклланганлик даражаси;
- қўйилган саволларга берилган жавобларнинг илмий асосланганлиги;
- ўтилган мавзулар бўйича мустақил фикрлаш қобилиятини намоён этганлиги;
- тавсия этилган адабиётлардан ташқари, қўшимча манбалардан фойдаланилганлик.

Яқуний баҳолаш мезонлари:

- фан бўйича назарий билимларнинг тўла ўзлаштирилганлик даражаси;
- олинган назарий билимларни амалда қўллай билиш қўникмаларининг шаклланганлиги;
- қўйилган саволларга берилган жавобларнинг аниқ ва лўнда илмий асосланганлиги;
- ўтилган фан бўйича мустақил фикрлаш қобилиятини шаклланганлиги;
- тавсия этилган адабиётлар ва қўшимча манбаларни ўзлаштирилганлиги.

Талабанинг фан бўйича ўзлаштириш кўрсаткичи қуйидаги мезонлар асосида баҳоланади:

а) **86-100** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:

- хулоса ва қарор қабул қилиш;
 - ижодий фикрлай олиш;
 - мустақил мушоҳада юрита олиш;
 - олган билимларини амалда қўллай олиш;
 - моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- б) **71-85** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- мустақил мушоҳада юрита олиш;
 - олган билимларини амалда қўллай олиш;
 - моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- в) **56-70** балл учун талабанинг билим даражаси қуйидагиларга жавоб бериши лозим:
- моҳиятини тушуниш;
 - билиш, айтиб бериш;
 - тасаввурга эга бўлиш.
- г) қуйидаги ҳолларда талабанинг билим даражаси 0-55 балл билан баҳоланиши мумкин:
- аник тасаввурга эга булмаслик;
 - жавобларда хатоликларга йўл қўйилганлик;
 - билмаслик.

Тузувчилар:

проф. Ф.Ҳ.Ҳикматов

проф. Трофимов Г.Н.

ўқит. Раҳмонов К.Р.

Баҳолаш мезони Қуруклик гидрологияси кафедрасининг 2011 йил “26” “август”даги мажлисида муҳокама этилган ва тасдиқланган (баённома № 1).

Кафедра мудири

проф. Ф.Ҳ.Ҳикматов

ТАЪЛИМ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Маълумки, таълим технологияси - “техник ва инсон ресурсларини ҳамда уларнинг ўз олдига таълим шакллари оптималлаштириш вазифасини қўювчи ҳамкорлигини ҳисобга олган ҳолда дарс бериш ва билимларни ўзлаштиришнинг барча жараёнларини яратиш, қўллаш ва белгилашнинг тизимли усули” ҳисобланади (ЮНЕСКО).

Тизимли туркум (категория) каби таълим технологияси қуйидагиларни ифодалайди:

- педагогик тизимнинг таркибий қисмларини (компонентларини);
- таълим технологиясининг таркибий қисмларини (элементларини), унинг процессуал қисмини;
- таълим методикасининг кейинги даражасини – мақсадга эришиш учун услубий (методик) тизимни ўқув жараёни қатнашчиларининг ҳаракат изчиллигига айлантиради.

Умумий ва махсус гидравлика фанини самарали ўқитиш мақсадида қуйидаги технологиялардан фойдаланиш кўзда тутилган:

- муаммоли ўқитиш;
- танқидий фикрлашни ривожлантирувчи технологиялар;
- ривожлантирувчи таълим технологиялари;
- ўйинли технологиялар;
- ҳамкорлик технологиялари;
- ўқитишнинг табақалаштирилган ва индивидуал технологияси;
- программалаштирилган ўқитиш технологияси;
- компютер- ахборот технологиялари.

Фанни ўқитишда интерфаол усулларни қўллаш самарали натижа беради. Чунки, интерфаол усуллар талабаларда мантиқий, ижодий, танқидий, мустақил фикрлашни шакллантиришга, қобилиятларини ривожлантиришга, етуқ мутахассис бўлишларига ҳамда мутахассисга керакли бўлган касбий фазилатларни тарбиялашга ёрдам беради.

Қуйида курсни ўқитиш жараёнида қўллаш мумкин бўлган баъзи бир технологияларга тавсиф берамиз.

“ТАРМОҚЛАР” методи – талабани мантиқий фикрлаш, умумий фикр доирасини кенгайтириш, мустақил равишда адабиётлардан фойдаланишни ўргатишга қаратилган.

“БУМЕРАНГ” техникаси – талабаларни дарс жараёнида, дарсдан ташқарида турли адабиётлар, матнлар билан ишлаш, ўрганилган материалларни ёдда сақлаб қолиш, сўзлаб бера олиш, фикрни эркин ҳолда баён эта олиш ҳамда бир дарс давомида барча ўқувчи талабаларни баҳолай олишга қаратилган.

“МУЛОҚОТ” техникаси – аудиториядаги талабалар диққатини ўзига жалб этиш, дарс жараёнида ҳамкорликда фаолият кўрсатишга, уни ташкил этишни ўргатишга қаратилган.

“ТАРМОҚЛАР МЕТОДИ” (Кластер) - фикрларнинг тармоқланиши – бу педагогик стратегия бўлиб, у талабаларни бирон бир мавзунинг чуқур ўрганишларига ёрдам бериб, уларни мавзуга тааллуқли тушунча ва аниқ фикрни эркин ва очиқ равишда кетма-кетлик билан узвий боғлаган ҳолда тармоқлашга ўргатади. Бу метод бирон мавзунинг чуқур ўрганишдан аввал талабаларнинг фикрлаш фаолиятини жадваллаштириш ҳамда кенгайтиришга эришиш мумкин.

“БУМЕРАНГ” технологияси - мазкур технология бир машғулот давомида ўқув материалининг чуқур ва яхлит ҳолатда ўрганиш, ижодий тушуниб етиш, эркин эгаллашга йўналтирилган. У турли мазмун ва характерга (муомала, мунозарали, турли мазмунли) эга бўлган мавзуларни ўрганишга яроқли бўлиб, ўз ичига оғзаки ва ёзма иш шакллари камраб олади ҳамда бир машғулот давомида ҳар бир иштирокчининг турли топшириқларни бажариши, навбат билан ўқувчи ёки ўқитувчи ролида бўлиши, керакли баллини тўплашига имконият беради. “Бумеранг” технологияси танқидий фикрлаш, мантиқий шаклланишга имконият яратади; хотирани чархлайди, диққатни кучайтиради. Ғояларни, фикрларни, далилларни ёзма ва оғзаки шаклларда баён қилиш кўникмаларини ривожлантиради. Мазкур метод тарбиявий характердаги қатор вазифаларни амалга ошириш имконини беради: жамоа билан ишлаш маҳорати; муомалалилик; хушфёъллик; қониқувчанлик; ўзгалар фикрига ҳурмат; фаоллик; раҳбарлик сифатларини шакллантириш; ишга ижодий ёндашиш; ўз фаолиятининг самарали бўлишига қизиқиш; ўзини ҳолис баҳолаш.

“СКАРАБЕЙ” технологияси - “Скарабей” интерактив технология бўлиб, у талабаларда фикрий боғлиқлик, мантиқий хотиранинг ривожланишига имконият яратади, қандайдир муаммони ҳал қилишда ўз фикрини очиқ ва эркин ифодалаш маҳоратини шакллантиради. Мазкур технология талабаларга мустақил равишда билимнинг сифати ва савиясини ҳолис баҳолаш, ўрганилаётган мавзу ҳақидаги тушунча ва тасаввурларни аниқлаш имконини беради. У айна пайтда, турли ғояларни ифодалаш ҳамда улар орасидаги боғлиқликларни аниқлашга имкон яратади. Мазкур технологиядан ўқув материалининг турли босқичларини ўрганишда фойдаланиш имконияти мавжуд.

“ВЕЕР” технологияси - мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характердаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Технологиянинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айна пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижодий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

Бу интерактив технология гидрологик прогнозлар курсида танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади.

МАЪРУЗА МАТНЛАРИ

1-маъруза

Кириш маърузаси (гидравлика фани, мақсади, вазифалари, ривожланиш тарихи).

Режа:

1. Гидравлика ҳақида умумий маълумотлар;
2. Гидравлика фани, тадқиқот объекти ва предмети;
3. Шаклланиш ва ривожланиш тарихи;
4. Гидравликанинг бўлиниши;
5. Бошқа табиий-илмий фанлар билан боғлиқлиги;
6. Гидравликанинг амалий аҳамияти ва қўлланиш соҳалари;
7. Ҳозирги замон гидравлика фанининг вазифалари.

1. Маълумки, “Гидравлика” махсус амалий, муҳандислик фанларидан бири ҳисобланади. Шунинг учун ҳам мазкур фан жуда кўп муҳандислик мутахассисликларида ўрганилади. Албатта ҳар бир мутахассисликда қўлланиш кўламига кўра турли ҳажмда, мазмунда ва йўналишда ўқитилади. Масалан, муҳандис-технологлар, машинасозлар тайёрлайдиган мутахассисликларда ўқитиладиган «гидравлика» курси гидротехниклар ёки гидрометеорологлар учун ўқитиладиган курсдан катта фарқ қилади.

2. Гидравлика – суюқликларнинг тинч ҳолати ва ҳаракати қонунларини ўрганиб, уларни амалда қўллаш усуллари билан шуғулланадиган фандир.

Суюқликларга сув, нефть ва нефть маҳсулотлари, ёғ, симоб ва бошқаларни мисол қилиб келтириш мумкин. Халқ хўжалигида сувнинг аҳамияти ниҳоятда катта бўлганлиги учун ҳам гидравликада асосий ўрин сувни ўрганишга қаратилади.

Бу ҳолат фаннинг номидан ҳам кўриниб турибди, яъни «Гидравлика» иккита грек сузларидан, яъни «гидро» - сув, «аулюс» - қувур атамаларининг қўшилишидан ҳосил бўлган. Чунки дастлабки пайтларда ҳаёт талаби билан қувурда оқаётган сувнинг ҳаракати қонунлари ўрганилган.

Тинч ҳолатдаги ва ҳаракатдаги суюқликлар гидравликанинг тадқиқот объекти ҳисобланади.

Тинч ҳолатдаги ва ҳаракатдаги суюқликлар қонуниятларини ўрганиш гидравликанинг тадқиқот предметиدير.

3. Инсоният тарихида сув жуда катта аҳамиятга эга бўлган ва бундан кейин ҳам шундай бўлишини ҳеч ким инкор этмайди. Янги эрадан 3000-5000 йил илгари суғориш каналлари ва сув ўтказгич қувурлар (водопроводлар) мавжуд бўлган. Оддий гидравлик машиналар 2000 йил илгари пайдо бўлган. Инсон жуда қадимдаёқ сув омборлари, тўғонлар ва бошқа сув иншоотларини қурган. Лекин, афсуски, уларда гидравлик ҳисоблашлар амалга оширилганлиги ҳақидаги маълумот йўқдир.

Фаннинг номидан ҳам кўриниб турибдики, қадим ўтмишдан у қувурда ҳаракатланаётган сувни ўрганган. Кейинчалик эса, очик ўзанларидаги, турли иншоотлардаги суюқликларнинг ҳаракати ва тинч ҳолатдаги қонунларини ҳам ўргана бошлади.

Шунинг учун ҳам «Гидравлика» нинг бошланиши сифатида эрамыздан олдинги 250-йил қабул қилинади. Шу вақтда Архимеднинг (юнон олими) «Сузувчи жисмлар ҳақида трактат»и («О плавающих телах») эълон қилинади. Бунда Архимед суюқликка туширилган жисмга суюқлик томонидан кўрсатиладиган босим қонуниятини ўрганди. Шундан сўнг гидравлика жуда суёт ривожланди. Фақатгина XVI асрда яшаган итальян олими Леонардо де Винчининг «Сувни ўлчаш ва унинг ҳолати ҳақида» («О движении и измерении воды») асари яратилди.

XVII ва XVIII асрларда гидравлика француз олими Паскаль, инглиз олими И.Ньютон, Л.Эйлер, Д.Бернулли, рус олими М.В.Ломоносов ва бошқалар томонидан ривожлантирилди.

XIX асрда гидравликанинг ривожига рус олимларининг ҳиссаси катта бўлди: 1836 йилда инженер П.П.Мельниковнинг «Основы практической гидравлики или о движении воды в различных случаях и действия еѐ ударом и сопротивлением» рисоласи эълон қилинди; 1880 йилда Д.И.Менделеев 1-марта табиатда суюқликларнинг 2 хил, яъни ламинар ва турбулент режимдаги ҳаракатлари мавжуддир, деган хулосага келди. Бу фикр рус физиги Н.П.Петров томонидан ривожлантирилди ва исботланди. Бир мунча кейинроқ эса инглиз олими О.Рейнольдс Д.И.Менделеев гипотезасини ва Н.П.Петров назариясини тажрибада исботлади. Рус авиациясининг асосчиси Н.Е.Жуковский эса 1-марта трубадаги гидравлик тепки (удар) назариясини ишлаб чиқди.

Гидравлика соҳасида иш олиб борган чет эллик олимлардан А.Шези, Вейсбах, Дарси, Базен, Прандел ва бошқаларни айтиб ўтиш мумкин.

XX асрда ҳозирги замон гидравликасига академик Н.Н.Павловский (1884-1937) ва унинг ўқувчилари катта ҳисса қўшдилар. Бу борада М.Д.Чертоусов, А.Н.Рахмонов, И.И.Агроскин, Е.А.Замарин, Х.А.Рахматулин ва бошқаларни ҳам эслаб ўтиш лозим. Улар махсус Илмий тадқиқот институтларларида гидравлика лабораторияларини ташкил қилдилар.

Ўзбекистонда назарий ва амалий гидравликанинг ривожига А.М.Мухамедов, Д.Ф.Файзуллаев, Қ.Ш.Латипов, А.А.Ҳамидов, Э.Ж.Маҳмудов, А.И.Умаров, О.М.Орипжонов ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар ва қўшмоқдалар.

4. Курснинг номидан ҳам кўриниб турибдики, биз ўрганадиган фан икки қисмдан, яъни умумий гидравлика ҳамда махсус гидравликадан иборат.

Умумий гидравликада гидростатика ва гидродинамиканинг гидрометеорология бакалаврлари учун энг муҳим бўлган қонуниятларини ўрганиш асосий мақсад ҳисобланади.

Махсус гидравликанинг асосий мақсади ва вазифаси эса очиқ ўзанлар, жумладан, дарёлар ва каналларда сувнинг ҳаракати, уни ифодаловчи тенгламалар ҳамда уларнинг назарий асослари ва гидравлик элементларини ҳисоблаш йўлларини ўрганишдир.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, умумий гидравлика икки қисмга, яъни гидростатика ва гидродинамикага бўлинади:

- а) гидростатика – суюқликларнинг тинч ҳолати ва мувозанати шарт қонунларини ўрганади;
- б) гидродинамика – суюқликларнинг ҳаракати қонунларини ўрганади.

5. Гидравлика масалалари билан «Гидромеханика» фани ҳам шуғулланади. Уларнинг, яъни гидравлика билан гидромеханиканинг бир-бирдан фарқи куйидагича:

- биринчидан гидромеханиканинг текшириш усули бошқача, яъни назарий қонунларга асосланган, иккинчидан, бу фан қатъий математик аппаратга асосланади, учинчидан, масалаларнинг умумий ечимларини беради, тўртинчидан эса, гидравликага нисбатан экспериментдан кам фойдаланади.

- гидравлика – бу амалий фан бўлиб, текширишларда ҳам назариядан, ҳам тажрибалардан кенг фойдаланади. У турли саволларга соддалаштирилган йўл билан, лекин техник масалаларнинг аниқлиги қаноатлантирган даражада жавоб беради.

«Умумий ва махсус гидравлика» курсини ўрганишда олий математика, физика, геофизика фанларидан тўпланган билимлар қўл келади.

Гидравлика кейинчалик юқори курсларда ўқитиладиган “Умумий гидрология”, “Синоптик метеорология”, “Гидрологик ҳисоблашлар” каби фанларни ўрганишда замин бўлиб хизмат қилади.

6. Гидравликанинг амалий аҳамияти жуда каттадир. Биринчидан техниканинг деярли барча соҳаларида (машинасозлик, кемасозлик, станоксозлик, самолётсозлик ва бошқалар) гидравлика қонунларидан фойдаланилади. Гидравлика гидротехникада ҳам муҳим аҳамиятга эга. Гидротехника нима? Бу муҳандислик фани ҳисобланиб, сув хўжалиги иншоотларини лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланиш масалаларини ўрганадиган фандир. Гидравлика ана шу фанга замин бўлиб ҳисобланади, чунки гидротехниканинг жуда кўп масалалари гидравлика усуллари билан ечилади.

Гидравлика қонунлари ГЭСлар, насос станциялари, тўғон ва сув омборлари, каналлар, дренажлар кўприклар, ички сув йўллари (шлюзлар)ни лойиҳалаш ва қуришда кенг қўлланилади. Гидравлик машиналар, сув двигателлари, сув ўтказгич қувурлар (водопроводлар), канализация тармоқлари ва бошқаларнинг ишлаш тамойили ҳам гидравлика қонунларига асосланган.

Юқорида айтиб ўтганимиздек, гидравлика кўпгина махсус фанларни (гидротехник иншоотлар, кишлок хўжалиги мелиорацияси, насос станциялари, гидроэлектростанциялар ва бошқаларни) ўрганишда база ҳисобланади.

Умуман олганда, кундалик турмушда, гидравлика қонунлари қўлланилаётган соҳаларни чексиз кўп учратамиз.

7. Ҳозирги замон гидравликанинг вазифалари ҳақида гап кетганда куйидагиларни қайд этиш лозим:

1. Техника (машинасозлик, самолётсозлик, сув транспорти ва бошқ.) билан боғлиқ бўлган гидравлик тадқиқотларни давом эттириш;
2. Суюқликларнинг қувурлар ва канализация тармоқларидаги ҳаракати қонунларини ўрганишни давом эттириш;
3. Тўғонлар ва сув омборларини гидравлик ҳисоблаш усулларини янада такомиллаштириш;
4. Ер ости сувлари гидравликанини ўрганишни давом эттириш;
5. Очиқ ўзанлар – дарёлар, каналлар ва коллектор-зовур тармоқлари гидравликанини ривожлантириш.

Синов саволлари:

1. Гидравлика фанининг тадқиқот объектини эсланг.
2. Гидравлика фанининг тадқиқот предметини айтиб беринг.
3. Гидравлика фанининг мақсади ва вазифаларини эсланг.
4. Фаннинг шаклланиш ва ривожланиш тарихи ҳақида нималар биласиз?
5. Гидравлика қандай қисмларга бўлинади?
6. Умумий ва махсус гидравликанинг вазифаларини эсланг.
7. Гидравликанинг бошқа табиий-илмий фанлар билан боғлиқлиги ҳақида нималар биласиз?
8. Гидравликанинг қўлланиш соҳаларини айтиб беринг.

2-маъруза

Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари

Режа:

1. Суюқликларнинг асосий хоссалари.
2. Суюқликларнинг физик хусусиятларини ўрганишда фойдаланиладиган тушунчалар:
Солиштирма оғирлик;
Зичлик;
3. Суюқликларда ҳажм ўзгариши:

- Ҳажмий кичрайиш коэффициенти;
 Ҳажмий кенгайиш коэффициенти;
 4. Ёпишқоқлик:
 Абсолют ёпишқоқлик коэффициенти;
 Нисбий ёпишқоқлик коэффициенти.
 5. Гидравлик катталар ва уларни турли ўлчам бирликлари тизимларида ифодалаш:
 Физик бирликлар тизими;
 Техник бирликлар тизими;
 Халқаро бирликлар тизими;
 Ҳосилавий бирликлар тизими.

1. Суюқликларнинг асосий хоссаи - оқувчанликдир. Суюқликлар оқувчанлиги туфайли ўзи солинган идиш шаклини эгаллайди.

2. Гидравликада суюқликларни ўрганишда қуйидаги тушунчалардан кенг фойдаланилади: солиштирма оғирлик, зичлик, сиқилувчанлик, ёпишқоқлик ва бошқалар.

2.1. Суюқликларнинг ҳажм бирлигидаги оғирлиги солиштирма оғирлик деб аталади. Бошқача қилиб айтганда, солиштирма оғирлик суюқлик оғирлигининг унинг ҳажмига бўлган нисбатига тенг. Солиштирма оғирликни “ γ ” ҳарфи билан белгилаймиз:

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (2.1)$$

бу ерда: G – суюқликнинг оғирлиги, V – суюқликнинг ҳажми. Ушбу (2.1) ифодага асосан солиштирма оғирликнинг ўлчам бирлиги қуйидагича бўлади:

$$[\gamma] = \left[\frac{\text{оғирлик}}{\text{ҳажм}} \right] = \frac{\Gamma}{\text{CM}^3}, \frac{\text{КГ}}{\text{M}^3}, \frac{\text{T}}{\text{M}^3}.$$

Баъзи суюқликларнинг солиштирма оғирликларини қуйидаги жадвалда келтириб ўтаемиз.

2.1- жадвал

Айрим суюқликларнинг солиштирма оғирликлари

Суюқлик	Солиштирма оғирлиги, γ (T/M^3)	Ҳарорат, t °C
Симоб	13,6	0 ⁰
Глицерин	1,26	0 ⁰
Керосин	0,8-0,82	15-20 ⁰
Нефть	0,76-0,90	15-20 ⁰

Маълумки + 4 °C ҳароратдаги тоза сувнинг солиштирма оғирлиги:

$$\gamma_{\text{суб}} = 1\text{кг}/\text{дм}^3 = 1\text{т}/\text{м}^3.$$

2.2. Зичлик деб, ҳажм бирлигидаги массага айтилади ёки бошқача қилиб айтганда, зичлик суюқлик массасининг унинг ҳажмига бўлган нисбатини ифодалайди. Зичликни « ρ » ҳарфи билан белгилаймиз ва қуйидагича аниқлаймиз.

$$\rho = \frac{M}{V}, \quad (2.2)$$

бу ерда: M – суюқлик массаси, V – суюқлик ҳажми.

Физикадан маълумки, жисмнинг оғирлиги (G), массаси (M) ва оғирлик кучи берадиган, яъни эркин тушиш тезланиши (g) орасида қуйидагича муносабат мавжуд:

$$G = M \cdot g. \quad (2.3)$$

Бу ердан M ни қуйидагича аниқлашимиз мумкин:

$$M = \frac{G}{g}. \quad (2.4)$$

Шу қийматларни (2.2) ифодага қўйсақ:

$$\rho = \frac{G}{V \cdot g} = \frac{\gamma \cdot V}{g \cdot V} = \frac{\gamma}{g} \quad (2.5)$$

тенгликка эга бўламиз.

Шу ифодадан зичликнинг техник бирликлар тизимидаги ўлчам бирлигини аниқлаймиз:

$$[\rho] = \frac{[\gamma]}{[g]} = \frac{\left[\frac{\text{КГ}}{\text{M}^3} \right]}{\left[\frac{\text{M}}{\text{сек}^2} \right]} = \left[\frac{\text{КГ} \cdot \text{сек}^2}{\text{M}^4} \right].$$

2.2-жадвал

Айрим суюқликларнинг зичлиги

Суюқлик	Зичлик, ρ [КГ·сек ² /М ⁴]
Сув	102
Нефть	90
Бензин	71,5

3. Сиқилувчанлик деганда, ташқи кучлар таъсирида суюқлик ҳажмининг ўзгариши, аниқроғи, кичирайиши тушунилади. Маълумки, суюқликлар жуда кичик сиқилувчанликка эга. Сиқилувчанлик ҳажмий кичирайиш коэффициентини билан ифодаланади.

3.1. Ҳажмий кичирайиш коэффициентини деб, босим 1 атмосферага ортганда суюқлик ҳажмининг нисбий кичирайишига айтилади.

Ҳажмий кичирайиш коэффициентини β_v билан ифодалаймиз:

$$\beta_v = \frac{V_1 - V_2}{V_1 P} = \frac{\Delta V}{V_1 P}, \quad (2.6)$$

бу ерда: V_1 -сиқилишдан олдинги ҳажм, V_2 -кичрайгандан кейинги ҳажм, P - босим кучи.

Ҳажмий кичирайиш коэффициентининг ўлчам бирлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\beta_v = \left[\frac{\Delta V}{V_1 \cdot P} \right] = \frac{см^3 - см^3}{см^3 \cdot \frac{КГ}{см^2}} = \frac{см^3}{см^3 \cdot КГ / см^2} = \frac{1}{КГ / см^2} = \left[\frac{см^2}{КГ} \right].$$

Юқорида айтганимиздек, суюқликларда ҳажмий кичирайиш жуда кичик қийматга эга. Масалан, 0–20 °С ораликдаги ҳароратда тоза сувга 25 атмосферагача босим берилганда, ҳажмий кичирайиш коэффициенти

$$\beta_v = \frac{1}{21000} \left[\frac{см^2}{КГ} \right] \text{ га тенг бўлади.}$$

Ҳажмий кичирайиш коэффициентига тесқари катталиқ эластиклик модули деб аталади:

$$K = \frac{1}{\beta_v} \left[\frac{КГ}{см^2} \right]. \quad (2.7)$$

Тоза сув учун эластиклик модулининг қиймати қуйидагича тенг:

$$K = 21000 \left[\frac{КГ}{см^2} \right] = 21000 \left[\frac{КГ}{10^{-4} м^2} \right] = 2,1 \cdot 10^8 \left[\frac{КГ}{м^2} \right].$$

Умуман, сув учун эластиклик модулининг қиймати 13500-21000 кг/см² оралиғида ўзгаради. Ушбу қийматларни назарда тутиб, кўпчилик гидравлик масалаларни ҳал қилишда сиқилувчанлик ҳисобга олинмайди.

3.2. Юқорида босим таъсирида суюқлик ҳажми (V) нинг ўзгаришини кўрдик. Суюқлик ҳажмининг ўзгаришига ҳарорат ҳам таъсир кўрсатади. Қуйида шу масала устида тўхталамиз. Уни характерлаш учун “ҳароратга боғлиқ бўлган кенгайиш коэффициенти” киритилади. Ушбу коэффициент “ β_t ” билан ифодаланиб, қуйидаги тенглик билан аниқланади:

$$\beta_t = \frac{V_1 - V_2}{V_1 \cdot t} = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot t}, \quad \frac{1}{град}, \quad (2.8)$$

бу ерда: V_1 – дастлабки ҳароратдаги ҳажм, V_2 – ҳарорат t га ўзгаргандаги ҳажм.

Ҳарорат ортиши билан ҳамма суюқликларнинг ҳажми ҳам катталашавермайди. Масалан, сувни олайлик, 0° дан 4 °С гача ҳароратда ҳажми кичраяди, 4 °С да энг кичик ҳажмга эга бўлади. Ундан сўнг эса яна орта бошлайди (2.1-расм).

Тоза сув 4°С да энг кичик ҳажмга ва энг катта зичликка эга бўлади. Демак ρ ва γ ҳароратга боғлиқ ҳолда ўзгаради. Қуйидаги 2.3-жадвалда келтирилган маълумотлар буни яққол исботлайди.

2.3-жадвал

Сувнинг солиштирма оғирлиги (γ) ва зичлиги (ρ) нинг ҳарорат (t)га боғлиқ ҳолда ўзгариши ($P = \text{const}$)

$t, ^\circ\text{C}$	0	4	10	20	40	60	80	100
$\gamma, \text{кг/м}^3$	999,9	1000,0	999,8	998,2	992,2	983,2	971,8	958,4
$\rho, \text{кг}\cdot\text{сек}^2/\text{М}^4$	101,9	102,0	101,9	101,7	101,1	100,2	99,1	97,8

Айрим суюқликлар, масалан, нефть учун исталган ҳароратдаги γ_t ни аниқлаш учун Д.И.Менделеев қуйидаги ифодани таклиф этган:

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{15}}{1 + 0,0007(t - 15)}, \quad (2.9)$$

бу ерда: γ_{15} - 15 °C ҳароратдаги нефтнинг солиштира оғирлиги (0,76 т/м³), t – ҳисоб ҳарорати.

4. Ёпишқоқлик – суюқлик қатламлари орасида, ҳаракатланишга қаршилик натижасида вужудга келади. Демак, ёпишқоқлик куйидагиларга боғлиқ:

- суюқлик тури ва унинг хусусиятига;
- ишқаланиш қатламлари майдонига;
- қатламлар орасидаги тезлик градиенти миқдорига.

Ёпишқоқлик куйидаги икки коэффициент орқали ҳарактерланади:

- 1) μ – динамик ёпишқоқлик коэффициенти ёки абсолют ёпишқоқлик коэффициенти дейилади, бирлиги

$$\frac{\rho}{\text{см} \cdot \text{сек}} = \text{пуаз (СГС)};$$

- 2) ν - кинематик ёпишқоқлик коэффициенти ёки нисбий ёпишқоқлик коэффициенти, бирлиги см²/сек = стокс (СГС).

Юқорида қайд этилган ҳар икки коэффициент ўзаро куйидагича боғланишга эга:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (2.10)$$

4.1. Абсолют ёпишқоқлик коэффициенти суюқликнинг ҳароратига боғлиқ бўлади. Буни 2.4-жадвал маълумотларида ҳам кўришимиз мумкин.

2.4 -жадвал

Турли ҳароратдаги айрим суюқликларнинг абсолют ёпишқоқлик коэффициенти

Суюқлик	Ҳарорат, t °C	Абсолют ёпишқоқлик коэффициенти, μ (г/см·сек)
Нефть	18	1,4
Глецирин	20	8,7-15,0
Бензин	18	0,0065
Вприт	18	0,0133
Сув	0	0,0179
Сув	10	0,0131
Сув	20	0,0101
Сув	40	0,0066
Сув	100	0,0028

Босим ўзгармаганда μ ни t га боғлиқ ҳолда куйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$\mu = \frac{0,0178 \cdot \rho}{1 + 0,0437t + 0,0022t^2}, \frac{\rho}{\text{см} \cdot \text{сек}}. \quad (2.11)$$

Юқоридаги ифодада $P = 1 \text{ кг/сек}^2 = 1 \text{ Ат}$.

Ёпишқоқликка босим (P) ҳам таъсир этади. Босимнинг ортиши ёпишқоқликнинг ортишига олиб келади.

Масалан, $\Delta P = 2 \text{ кг/см}^2$ бўлганда, $\Delta \mu = \frac{1}{300} - \frac{1}{500}$ пуазга тенг бўлган ораликда ўзгаради.

Лабораторияда шароитида абсолют ёпишқоқлик μ ни Стокс усули билан аниқлаш мумкин. Суюқликка туширилган шар текис ҳаракат билан чўкаётганда, шарга кўрсатилаётган қаршилик ва суюқликдаги шар оғирлиги ўзаро тенг бўлади. Шарнинг суюқликдаги оғирлиги (G) куйидаги ифода билан аниқланади:

$$G = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot \gamma_{ш} - \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot \gamma_c = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot (\gamma_{ш} - \gamma_c), \quad (2.12)$$

бу ерда: r – шарнинг диаметри, $\gamma_{ш}$ – шар материалининг солиштира оғирлиги, γ_c – суюқликнинг солиштира оғирлиги.

Шарга кўрсатиладиган қаршилик кучи (U) эса куйидаги ифода билан аниқланади:

$$U = 6\pi \cdot \mu \cdot r \cdot g, \quad (2.13)$$

бу ерда g - шарнинг чўкиш тезлиги. Ҳар икки кучларнинг тенглиги, яъни G=U эканлигидан μ ни аниқлаш мумкин.

$$\frac{4}{3} \pi \cdot r^3 (\gamma_{ш} - \gamma_c) = 6\pi \cdot \mu \cdot r \cdot g,$$

$$\mu = \frac{2}{9} r^2 \frac{\gamma_{ш} - \gamma_c}{g}. \quad (2.14)$$

4.2. Нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг ν нинг қийматини абсолют ёпишқоқлик коэффициентининг μ ҳамда суюқликнинг зичлигига боғлиқ ҳолда қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,0178}{1 + 0,0337t + 0,000221t^2}. \quad (2.15)$$

Юқоридани ифодадан кўриниб турибдики, нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг ҳам суюқликнинг ҳароратига боғлиқ.

2.5 -жадвал

Нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг ҳароратга боғлиқлиги
(сув учун)

Ҳарорат, t °C	Нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг, $\frac{см^2}{с}$ (стокс)	Ҳарорат, t °C	Нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг, $\frac{см^2}{с}$ (стокс)
0	0,0179	17	0,0109
2	0,0173	20	0,0101
3	0,0167	25	0,0090
4	0,0162	30	0,0081
5	0,0157	40	0,0066
6	0,0152	50	0,0056
7	0,0143	60	0,0048
10	0,0131	80	0,0037
12	0,0124	100	0,0029
15	0,0114		

Юқоридагилардан ташқари “шартли ёпишқоқлик” тушунчаси ҳам мавжуд. Суюқликларнинг шартли ёпишқоқлиги вискозиметрдан аниқланади ва қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$E^0 = \frac{T_{\text{суюқлик}}}{T_{\text{сув}}}, \quad (2.16)$$

бу ерда: E^0 – суюқликнинг Энглер градусида ифодаланган шартли ёпишқоқлиги, $T_{\text{суюқлик}}$ - синалаётган суюқликнинг вискозиметрдан оқиб ўтиши учун кетган вақт, $T_{\text{сув}}$ – сувнинг вискозиметрдан оқиб ўтиши учун кетган вақт.

Суюқликнинг Энглер градусида ифодаланган шартли ёпишқоқлигини билиб, нисбий ёпишқоқлик коэффициентининг ν ни қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\nu = 0,0731E^0 - \frac{0,0631}{E^0} \text{ см}^2/\text{сек}. \quad (2.17)$$

Демак, суюқликларнинг абсолют ва нисбий ёпишқоқлик коэффициентлари ҳамда шартли ёпишқоқлиги ўзаро боғлиқдир.

5. Гидравлик катталиқларни қуйидаги ўлчам бирликлари тизимларида ифодалаш мумкин:

- физик ёки *сгс* бирликлар тизимида;
- техник ёки *мкгс* бирликлар тизимида;
- ҳалқаро ёки *СИ* бирликлар тизимида;
- ҳосилавий бирликлар тизимида.

Қайси бирликлар тизимидан фойдаланиш қуйилган гидравлик масаланинг мазмуни ва моҳиятига боғлиқ.

Синов саволлари:

- Суюқликларнинг асосий хоссаларини эсланг.
- Суюқликларнинг физик хусусиятларини ўрганишида фойдаланиладиган асосий тушунчаларни атиб беринг.
- Солиштирма оғирликнинг таърифи ва ифодасини эсланг.
- Зичлик нима ва у солиштирма оғирлик билан қандай боғланган?
- Суюқликларда ҳажм ўзгариши қандай қийматларда кузатилади?
- Ҳажмий кичрайиш коэффициенти нима?
- Ҳажмий кенгайиш коэффициентининг ифодасини биласизми?
- Суюқликларда ёпишқоқлик қандай намоён бўлади?
- Абсолют ёпишқоқлик коэффициенти нима?
- Нисбий ёпишқоқлик коэффициенти қандай аниқланади?
- Гидравлик катталиқларни қандай ўлчам бирликлари тизимларида ифодалаш мумкин?
- Физик бирликлар тизимининг асосий ўлчам бирликларини эсланг.
- Техник бирликлар тизимида оғирлик ва масса қандай ифодланади?

14. Халқаро бирликлар тизимида солиштирма оғирлик ва зичлик қандай ифодаланади?
15. Ҳосилавий бирликлар тизимидан қандай ҳолатларда фойдаланиш тавсия этилади?

3-мәъруза

Гидростатика. Гидростатик босим.

Режа:

1. “Гидростатика” тушунчаси ва гидростатика ўрганадиган масалалар;
2. Тинч ҳолатдаги суюқликларга таъсир этадиган кучлар;
3. Гидростатик босим;
4. Ўртача гидростатик босим;
5. Нуқтага кўрсатилаётган гидростатик босим;
6. Гидростатик босимнинг хоссалари;
7. Гидростатиканинг асосий тушунчалари ва тенгламаси:
 - 7.1. Эркин юза;
 - 7.2. Тенг босимли юзалар ва уларнинг хоссалари;
 - 7.3. Гидростатиканинг асосий тенгламаси;
8. Тўлиқ, ортиқча ва монометрик босим:
 - 8.1. Тўлиқ гидростатик босим;
 - 8.2. Ортиқча;
 - 8.3. Монометрик босим;
 - 8.4. Эркин сатҳдаги монометрик босим;
 - 8.5. Гидростатик босимнинг ўлчам бирликлари;
9. Гидростатик босимни ифодалаш усуллари:
 - 9.1. Бирлик юзага таъсир қилаётган куч сифатида;
 - 9.2. Атмосфера босими бирлигида;
 - 9.3. Пьезометрик баландлик сифатида: а) сув устуни баландлиги; б) симоб устуни баландлиги;
10. Вакуум.
11. Гидростатик босимни ўлчашида қўлланиладиган асбоблар:
 - 11.1. Пьезометр, симобли ва металл монометрлар;
 - 11.2. Вакууметрлар;
12. Напор ҳақида тушунча:
 - 12.1. Гидростатик напор;
 - 12.2. Пьезометрик напор.

Гидростатикада:

- тинч ҳолатдаги суюқликлар ва уларнинг мувозанати шарти қонунлари ўрганилади;
- суюқликларнинг бирлик майдонга (майдон эгри ёки текис бўлиши мумкин) кўрсатадиган босими аниқланади;

- жисмларнинг сузиши ҳақидаги асосий қонунлар ва тушунчалар баён қилинади.

Гидростатик босим. Гидростатика қонунларини ўрганишни бошлашдан олдин тенг ҳолатдаги суюқликларга қандай кучлар таъсир қилишини аниқлаб олайлик. Гидростатикада куйидаги уч категориядаги кучлар ўрганилади:

1. Суюқликка таъсир қилувчи ташки кучлар (атмосфера босими, поршень босими);
2. Оғирлик кучлари ёки суюқликнинг оғирлиги;
3. Суюқлик ичидаги босим кучлари.

Гидростатикада асосан суюқлик ичидаги босим олдинги икки куч билан алоқадор ҳолда ўрганилади ва уни ҳисоблаш ифодалари берилди.

Суюқлик ичидаги босим гидравликада *гидростатик босим* дейилади. Гидростатик босим тушунчасини ўрганиш учун суюқлик солинган идишни олиб, унда ихтиёрий текисликни танлаб олайлик (3.1-расм).

Шу текисликнинг майдони ω бўлсин. Шу юзага ундан юқорида жойлашган суюқлик массаси P босим кучи билан таъсир қилади, унинг қиймати суюқликнинг оғирлигига тенг бўлади (кг).

Белгиланган ω юзадаги “С” нуқтага кўрсатиладиган гидростатик босим P_c куйидаги ифода билан аниқланади:

$$P_c = \frac{P}{\omega}, \quad (3.1.)$$

бу ерда P_c - ўртача Гидростатик босим деб аталади ва унинг ўлчам бирлиги куйидагича ифодаланади:

$$[P_c] = \left[\frac{\text{куч}}{\text{майдон}} \right] = \left[\frac{КГ}{см^2} \right], \left[\frac{Т}{м^2} \right].$$

Ўртача Гидростатик босим ω юзага бўлаётган босимнинг ўртача қийматини ифодалайди. Лекин танлаб олинган юза нишаб бўлса, унинг турли нуқталарига кўрсатилаётган босимнинг қийматлари турлича бўлади. Масалан, «с» нуқтада «d» дагига нисбатан кичик, чунки «d» нуқта чуқур жойлашган. Шунинг учун гидравликада нуқтага кўрсатилаётган Гидростатик босим тушунчаси ҳам ишлатилади. Унинг маъносини тушуниш учун қуйидагича иш юритамиз. Фикран ω юзани кичрайтира борамиз. У охири A нуқта юзасига тенг бўлади, яъни ω юза “O” интилади. У ҳолда A нуқтага кўрсатилаётган Гидростатик босим қуйидагига тенг бўлади:

$$P_A = \lim_{w \rightarrow 0} \frac{P}{\omega}, \frac{K\Gamma}{\text{см}^2}, \quad (3.2)$$

Бундан кейин нуқтага кўрсатилаётган гидростатик босимни қисқача *Гидростатик босим* деб атаймиз.

Гидростатик босимнинг хоссалари. Гидростатик босим қуйидаги хоссаларга эга:

1. Гидростатик босим нуқта жойлашган юзага вертикал йўналишда таъсир қилади;
2. гидростатик босим таъсир юзасининг ориентациясига, яъни нишлаблик бурчагига боғлиқ эмас;
3. гидростатик босим нуқтанинг фазодаги ўрнига боғлиқ [$P_A=f(x, y, z)$].

1-хоссаси. Ушбу хоссани исботлаш учун унга тескари бўлган фикрни айтилик, яъни, фараз қиламиз гидростатик босим таъсир юзаси билан бирор α ўткир бўлган ҳосил қилсин (3.2-расм).

У ҳолда P кучни иккита, яъни P_T ва P_N ташкил этувчиларга ажратишимиз мумкин. Горизонтал ташкил этувчи P_T куч суюқликни мувозанат, яъни тинч ҳолатдан чиқишга мажбур қилади. Бу эса гидростатика шартига зиддир. Гидростатика шarti бажарилиши учун эса $P_T = 0$ бўлиши керак.

Демак, P фақатгина P_N кучдан иборат бўлади, яъни юзага перпендикуляр йўналишда таъсир қилади.

2-хоссаси. Бу хоссани исботлаш учун суюқлик заррачасини тўғри бурчакли призма кўринишида олайлик. Унинг бир томони вертикал, иккинчи томони горизонтал ва учинчи томони эса α бурчак билан нишаб жойлашган бўлсин (3.3-расм).

Суюқликнинг жуда кичик заррасини олганлигимиз учун ҳисоблашларда унинг оғирлигини эътиборга олмаймиз. Шу заррачага қуйидаги кучлар таъсир қилади:

1) призманинг ABC ва $A'B'C'$ асосларига таъсир қиладиган босим кучлари. Улар бир-бирига қарама-қарши йўналган ва тенгдир. Шунинг учун ҳам улар ўзаро қисқаради;

2) призманинг вертикал жойлашган $BB'C'C$ томонига таъсир қиладиган босим кучи:

$$P_{BB'C'C} = S_a \cdot P_a, \quad (3.3)$$

бу ерда: S_a - $BB'C'C$ томоннинг юзаси, P_a - гидростатик босим.

3) горизонтал жойлашган $AA'C'C$ томонга таъсир қиладиган босим кучи:

$$P_{AA'C'C} = S_g \cdot P_g. \quad (3.4)$$

4) нишаб жойлашган $A'BAB$ томонга таъсир қиладиган босим кучи:

$$P_{A'BAB} = S_c \cdot P_c. \quad (3.5)$$

Заррача мувозанат ҳолатда бўлиши учун унга таъсир қиладиган кучлар йиғиндиси “0” га тенг, яъни $\Sigma F = 0$ бўлиши керак.

Юқорида санаб ўтилган учта куч заррачага бир текисликда таъсир қиладиганлиги учун уларнинг проекцияларини x ва y координаталарда кўришимиз мумкин (3.4-расм).

Мана шу ҳолатда заррача мувозанатда бўлиши учун $\Sigma F_x = 0$ ва $\Sigma F_y = 0$ бўлиши керак:

$$\begin{cases} -S_a \cdot P_a + 0 + S_c \cdot P_c \cdot \sin \alpha = 0 \\ 0 + S_g \cdot P_g - S_c \cdot P_c \cdot \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

Юқорида $\sin \alpha = \frac{S_a \cdot P_a}{S_c \cdot P_c}$ эканлиги ҳисобга

олинди.

Учбурчакдан $S_g = S_c \cdot \cos \alpha$ ҳамда $S_a = S_c \cdot \sin \alpha$ эканлиги кўриниб турибди. Ушбу S_b ва S_a ларнинг қийматларини юқоридаги системага қўйсак:

$$\begin{cases} S_a P_a = S_c P_c \sin \alpha \\ S_g P_g = S_c P_c \cos \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} S_c \sin \alpha \cdot P_a = S_c P_c \sin \alpha \\ S_c \sin \alpha \cdot P_a = S_c P_c \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_a = P_c \\ P_g = P_c \end{cases} \quad \text{ёки} \quad P_a = P_g = P_c \quad \text{эканлиги келиб чиқади.}$$

Демак, кичик призманинг ҳар уч томонига таъсир қилаётган гидростатик босимлар бир-бирига тенг. Томонларнинг ориентациялари эса ҳар хил эди.

3-хосса. Бу хоссага гидростатиканинг асосий тенгламаси жавоб беради.

Гидростатиканинг асосий тенгламаси. Гидростатиканинг асосий тенгламасини кўришдан олдин куйидаги икки тушунча билан танишайлик:

1. *Эркин юза* - бу суюқлик билан газсимон муҳитни чегараловчи юзadır. Жуда кўп ҳолларда суюқлик атмосфера ҳавоси билан чегараланади. Бунда эркин юза суюқлик юзасининг атмосфера билан туташ қисмидир. Эркин юзадан ҳар бир нуқтага суюқлик оғирлиги нормаль йўналишда таъсир қилади.

Йирик денгиз ва океанларда, оғирлик кучи Ернинг маркази томон йўналган бўлгани учун уларнинг юзаси сферик шаклда бўлади. Кичик кўл, сув омборларида эса эркин юза горизонтал ҳолатда бўлади.

Яна шу нарсани ҳам айтиб ўтиш керакки, агар суюқликка оғирлик кучидан ташқари бирорта куч масалан, шамол, марказдан қочма куч ва бошқалар таъсир қилса, эркин юза горизонтал ҳолатда бўлмайди. Бундай ҳолат ҳатто кичик идишлардаги суюқликлар учун ҳам ҳосдир. Бунга сабаб уларнинг тенг таъсир этувчиси вертикал йўналишда бўлмайди. Мисол: пиёладаги чой айланттирилганда, текис тезланувчан ҳаракат қилаётган цистернадаги сув юзасида шундай ҳолат кузатилади.

2. *Тенг босимли юзалар.* Суюқликда бир хил гидростатик босимли нуқталарнинг қўшилишидан ҳосил бўлган текислик *тенг босимли юза* деб аталади. Тенг босимли юзаларнинг тенгламаси куйидагича бўлади: $P = Const$.

Демак, суюқликнинг эркин юзаси тенг босимли юзаларга мисол бўлади. Чунки бу юзанинг ҳар бир нуқтасида гидростатик босим атмосфера босимига тенг бўлади.

Тенг босимли юзаларнинг куйидаги икки хоссаси мавжуд:

1) тенг босимли юзадаги суюқликнинг ҳар бир заррасига таъсир этаётган кучларнинг тенг таъсир этувчиси шу юзага перпендикуляр бўлади;

2) тенг босимли юзалар бир-бири билан кесишмайди, яъни параллел бўлади.

Агар суюқликка фақат оғирлик кучи таъсир қилса, тенг босимли юзалар горизонтал жойлашган бўлади.

Юқорида қайд этилганлар *гидростатиканинг асосий тенгламасини* ўрганишни бошлашга имкон беради. Эркин юзага нисбатан ихтиёрий чуқурликда жойлашган ҳар қандай нуқта учун гидростатик босимни аниқлашимиз мумкин. Мақсадни амалга ошириш учун суюқлик солинган идишдан фойдаланайлик (3.5-расм).

Эркин юзадаги бирлик майдон ω га P_0 босим таъсир қилсин. У ҳолда эркин юзага таъсир қилаётган босим кучи куйидагига тенг бўлади:

$$P_0 = \omega \cdot P_0. \quad (3.6)$$

Бирлик юза ω ни h чуқурликка туширайлик.

У ҳолда бу юзага қўшимча равишда унинг юқори қисмида жойлашган суюқлик устунининг оғирлиги ҳам таъсир қилади. Унинг қиймати куйидагига тенг бўлади:

$$G_c = P_c = \gamma \cdot \omega \cdot h. \quad (3.7)$$

Демак, h чуқурликда берилган юзага таъсир қиладиган босим кучи куйидаги ифода билан аниқланади.

$$P = P_0 + P_c = \omega \cdot P_0 + \gamma \cdot \omega \cdot h. \quad (3.8)$$

Охирги тенгламанинг ҳар икки томонини ω га бўлиб юборсак, бирлик юзага таъсир қилаётган гидростатик босимни аниқлаймиз:

$$P = P_0 + \gamma \cdot h, \quad (3.9)$$

бу ерда: P_0 - эркин юзада бирлик майдонга таъсир қилаётган гидростатик босим, γ - суюқликнинг солиштирма оғирлиги, h - бирлик майдон туширилган чуқурлик, P - h чуқурликда жойлашган бирлик майдонга таъсир қилаётган гидростатик босим.

Юқоридаги (3.9) ифода гидростатиканинг асосий тенгламаси деб аталади.

Демак, тинч ҳолатдаги суюқликнинг исталган нуқтасидаги гидростатик босим эркин юзадаги босим билан суюқликнинг оғирлиги туфайли вужудга келган гидростатик босим йиғиндисига тенг.

Тўлиқ, ортикча ва манометрик босим. Гидростатиканинг асосий тенгламаси $P = P_0 + \gamma \cdot h$ даги P - тўлиқ гидростатик босим деб аталади. Чунки у эркин юзадаги босим билан суюқликнинг оғирлиги натижасида вужудга келган гидростатик босим йиғиндисига тенг. Тўлиқ босимнинг иккинчи қўшилувчиси $\gamma \cdot h$ ортикча гидростатик босим дейилади ва уни P_u билан белгилаймиз.

Демак, $P_u = \gamma \cdot h$ ёки бошқача қилиб айтганда ортикча гидростатик босим тўлиқ босимдан эркин юзадаги босимнинг айирмасига тенг:

$$P_u = P - P_0 = \gamma \cdot h. \quad (3.10)$$

Очик идишларда, сув объектларида эркин юзага ташқи босимни атмосфера босими (P_a) кўрсатади.

Тўлиқ гидростатик босим билан атмосфера босими орасидаги фарқ манометрик босим (P_m) дейилади:

$$P_m = P - P_a. \quad (3.11)$$

Баъзи ҳолларда эркин юзадаги босим атмосфера босимидан фарқ қилиши мумкин. Масалан, эркин юзага поршень таъсир қилганда. Демак, эркин юзадаги манометрик босим (P'_m) куйидагига тенг бўлади:

$$P'_m = P_0 - P_a. \quad (3.12)$$

Очиқ идишларда эркин юзадаги босим атмосфера босимига тенг бўлганда, яъни $P_o = P_a$ бўлганда суюқлик ичидаги монометрик босим қуйидагига тенг бўлади:

$$P_m = \gamma \cdot h . \quad (3.13)$$

Демак, мана шу ҳолатда монометрик босим P_m ортиқча босим, яъни P_u га тенг бўлади. Шунинг учун ҳам кўп ҳолларда монометрик ва ортиқча гидростатик босим бир-бирига тенглаштирилади.

Юқоридаги катталикларнинг ҳаммаси $\frac{КГ}{см^2}$ ва $\frac{Т}{м^2}$ ларда ўлчанади. Яна техник атмосфера ҳам мавжуд:

$$1 \frac{КГ}{см^2} = 10 \frac{Т}{м^2} = 1 АТ .$$

Гидростатикага оид ҳисоблашларни бошлашдан олдин узунлик ва оғирлик ўлчов бирликларини белгилаб олиш лозим. Сўнг фақат шу бирликлардагина h , γ , P_o , P_a , P , P_u ва P_m ларни ифодалаш керак. Масалан, h метрда олинса, γ т/м³ да, P_o , P_a , P , P_u ва P_m лар - т/м² да олинши керак. Агар h см да олинса, γ $\frac{КГ}{см^3}$ да, P_o , P_a , P , P_u ва P_m лар эса кг/см² да ифодаланиши лозим.

Гидростатик босимни ифодалаш усуллари. Гидростатик босимни ифодалашнинг қуйидаги бир неча усуллари мавжуд:

1. Бирлик юзага таъсир қилаётган куч сифатида, яъни кг/м², кг/см², Т/м², Н/м².

2. Атмосфера босими бирлигида:

а) техник атмосфера: 1 Ат = 1 кг/см² = 10 т/м²;

б) физик атмосфера: 1 ат = 1,033 кг/см².

3. Пьезометрик баландлик, яъни суюқлик устунни баландлиги сифатида.

Пьезометрик баландлик (h_p) нуқтадан юқорида жойлашган суюқлик устунининг баландлиги бўлиб, у шу нуқтадаги монометрик босимни ифодалайди. Унинг қиймати суюқликнинг солиштирма оғирлигига боғлиқ. Агарда $P_o > P_a$ шarti бажарилса, $h_p = \frac{P_m}{\gamma}$ га тенг бўлади.

Агар $P_o = P_a$ бўлса, пьезометрик баландлик нуқтанинг чуқурлигига тенг бўлади, яъни $h_p = h$ бўлиб, ортиқча босимни аниқлашга имкон беради:

$$h_p = h = \frac{P_u}{\gamma} . \quad (3.14)$$

Демак, пьезометрик баландлик билан монометрик ва ортиқча гидростатик босимларни ўлчаш мумкин.

3.1-жадвал

Айрим суюқликларнинг атмосфера босимига тенг бўлган пьезометрик (суюқлик устунни) баландликлари

Элементлар	Суюқлик			
	Симоб	Сув	Ёғ	Ҳаво
Солиштирма оғирлик, Т/м ³	13,6	1,0	0,92	0,0012
Пьезометрик баландлик, м	0,735	10	10,87	8333

Жадвалда келтирилган маълумотлар қуйидагича аниқланади. Масалан, сув учун $P_a = 1,0$ кг/см², $\gamma = 1Т/м^3 = 0,001$ кг/см³ бўлса:

$$h_{с.у.б} = P_o / \gamma_c = \frac{1,0}{0,001} = 1000см = 10м$$

сув устунни баландлигига тенг бўлади.

Демак, сув устунининг баландлиги 10 м бўлганда гидростатик босим 1 Ат га ортади.

Худди шу нарсани симоб учун кўрайлик:

$$h_{смб.у.б} = \frac{P_a}{\gamma_{смб.}} = \frac{1,0}{0,036} = 73,5см = 0,735м = 735мм$$

симоб устунни баландлигини ифодалайди.

Вакуум. Олдинги мавзуларда атмосфера босими (P_a), тўлиқ гидростатик босим (P) ва хоказоларни кўрдик. Уларда босим доим атмосфера босимига тенг ёки ундан катта бўлади, дедик.

Берк идишларда, айрим ҳолларда, суюқлик юзасидаги босим атмосфера босимидан кичик бўлиши мумкин (3.6-расм).

Бундай ҳолларда кўрилатган қисмда вакуум мавжуд дейилади. Вакуумни P_3 ҳарфи билан белгилаймиз ва куйидагича аниқлаймиз:

$$P_3 = P_a - P, \quad (3.15)$$

бу ерда: P_a - атмосфера босими, P - бўшлиқдаги босим.

Демак, вакуум миқдори 0 дан 1АТ гача ўзгариши мумкин.

Вакуумни сув устунининг баландлиги сифатида ҳам ифодалаш мумкин ва у h_3 билан белгиланади ва вакууметрик баландлик дейилади.

Вакуум билан вакууметрик баландлик орасида куйидагича муносабат мавжуд:

$$P_3 = \gamma \cdot h_3. \quad (3.16)$$

Юқоридаги чизмада сув деб фараз қилсак ва $P_3 = 0,1$ Ат бўлса, h_3 куйидаги қийматга тенг бўлади:

$$h_3 = \frac{0,1 \text{ КГ} / \text{см}^2}{0,001 \text{ КГ} / \text{см}^3} = 100 \text{ см} = 1 \text{ м} \text{ сув устунининг баландлиги.}$$

Гидростатик босимни ўлчаш асбобларига куйидагилар киради:

1. Пьезометрлар;
2. Симобли ва металл монометрлар, атмосфера босимидан юқори бўлган босимни ўлчашда ишлатилади;
3. Вакуумметрлар – босим атмосфера босимидан кам бўлган ҳолларда ишлатилади. Суюқликли ва металл вакуумметрлар мавжуд.

Суюқликларнинг эркин юзаси шакллари. Бу масалани куйидаги ҳолатлар учун кўрамиз;

1. Кўзгалмас идишдаги тинч ҳолатдаги суюқлик. Бундай шароитда суюқликка фақат оғирлик кучи таъсир қилади ва суюқлик юзаси горизонтал ҳолатда бўлади (3.7-расм);
2. Текис тезланиш билан ҳаракат қилаётган идишдаги суюқлик юзаси. Бу ҳолда суюқлик массасига инерция кучи (J) ва оғирлик кучи (G) таъсир қилади. Уларнинг тенг таъсир этувчиси R суюқлик юзасининг нишаб ҳолатни эгаллашига мажбур этади (3.8 - расм).

3. Текислик дарёларида куйидаги ҳолатлар кузатилади:

- а) дарёнинг тўғри қисмида сув юзаси горизонтал бўлади;
- б) ўзанининг эгри қисмида эса сув юзасининг кўндаланг қирқими нишаб бўлади. Чунки унга оғирлик кучи (G) ва марказдан қочма куч (C) таъсир этади. Сув юзаси шу кучларнинг тенг таъсир этувчиси (R) га перпендикуляр бўлади (3.9 - расм).

Демак, кабарик қирғоқда ботиқ қирғоққа нисбатан сув сатҳи катта бўлади.

4. Айланма ҳаракат қилаётган идишларда. Идиш цилиндр шаклида бўлсин (3.10 - расм).

Суюқлик массасининг оғирлиги куйидаги ифода билан аниқланади:

$$G = M \cdot g. \quad (3.17)$$

Суюқлик заррачаларига таъсир этадиган марказдан қочма куч (C) нинг қиймати эса куйидаги ифода билан аниқланади:

$$C = \frac{M \cdot g^2}{r}, \quad (3.18)$$

бу ерда: M – суюқлик массаси, g - айланма тезлик, r - идишнинг радиуси.

Айланма тезликнинг $\omega = w \cdot r$ ифода билан аниқланишини ҳисобга олсак, юқоридаги ифодани куйидагича ёзиш мумкин:

$$C = \frac{M \cdot \omega^2 \cdot r^2}{r} = M \cdot \omega^2 \cdot r, \quad (3.19)$$

бу ерда w – бурчак тезликни ифодалайди.

Юқорида келтирилган чизмадан фойдаланиб, куйидагича ёзиши мумкин:

$$\text{tg} \alpha = \frac{C}{G} = \frac{M \cdot g^2}{r \cdot M \cdot g} = \frac{g^2}{r \cdot g};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dh}{dr} = \frac{g^2}{r \cdot g} = \frac{\omega^2 \cdot r^2}{r \cdot g} = \frac{\omega^2 \cdot r}{g};$$

$$dh = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} dr;$$

$$h = \frac{\omega^2}{2g} r^2 + c;$$

$$c = 0$$

$$h = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \quad \text{ёки} \quad r^2 = \frac{2g}{\omega^2} h.$$

Охирги ифода параболанинг тенгламасини ифодалайди. Демак, айланма ҳаракат қилаётган идишдаги суюқликларнинг юзаси ботик бўлиб, қирқимда парабола кўринишида бўлади.

Напор ҳақида тушунча. *Гидравликада напор қуйидаги икки тушунча орқали ифодаланади:*

- 1) гидростатик напор;
- 2) пьезометрик напор.

Юқоридагиларни кўришдан олдин *тенглаштириш текислиги* тушунчаси билан танишайлик.

Суюқликдаги турли нуқталарнинг бир-бирига нисбатан жойлашиш баландлигини кўрсатиш мақсадида фойдаланиладиган горизонтал текисликни тенглаштириш текислиги деб атаймиз. У чизмаларда “0–0” билан ифодаланади (3.11 - расм).

1. Гидростатик напорни тушунтириш учун берк идиш оламиз. Идишдаги суюқлик сатҳига P_0 босим таъсир қилсин ва $P_0 > P_a$ шарти бажарилсин (3.12 - расм).

Суюқликда А нуқтани танлаб оламиз. Мақсадимиз шу А нуқта даги гидростатик напорни аниқлашдир. Бунинг учун А нуқта га ҳавоси сўриб олинган шиша трубкани туширамиз. Сув сатҳи трубкада маълум баландликка кўтарилади.

Гидростатик напор (H_r) қуйидаги баландликлар йиғиндисига тенг бўлади:

$$H_r = h_{pr} + Z, \quad (3.20)$$

бу ерда: H_r – гидростатик напор, h_{pr} – гидростатик босимнинг келтирилган баландлиги, Z – А нуқтанинг тенглаштириш текислигига нисбатан баландлиги.

Демак, гидростатик напор гидростатик босимнинг келтирилган баландлиги билан А нуқтанинг тенглаштириш текислигига нисбатан олинган вертикал координатаси йиғиндисига тенг.

Олдинги дарслардан маълумки: $h_{pr} = \frac{P}{\gamma}$, бу ерда $P = P_0 + \gamma \cdot h$ эканлигини ҳисобга олсак, гидростатик напорни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$H_r = \frac{P}{\gamma} + Z = \frac{P_0 + \gamma \cdot h}{\gamma} + Z = \frac{P_0}{\gamma} + (h + Z) = \text{Const}, \quad (3.21)$$

бу ерда: h – А нуқта нинг эркин сатҳга нисбатан жойлашиш чуқурлиги.

Юқоридаги чизмадан кўришиб турибдики, эркин сатҳдаги босим $P_0 = \text{Const}$, $(h+Z)$ ифода ҳам ўзгармасдир.

Демак, тинч ҳолатдаги суюқликнинг исталган нуқтасидаги гидростатик напор микдори ўзгармасдир.

Чизмадаги идишга ҳавоси сўриб олинган бир нечта шиша трубкалар туширилса, улар бир хил баландликларни кўрсатади. Уларнинг қушилишидан ҳосил бўлган текисликни гидростатик напор текислиги деб атаймиз. Уни NN билан ифодалаймиз (3.13 - расм).

Гидростатик напорнинг энергетик маъноси. А нуқтада жойлашган заррачанинг оғирлиги G бўлсин. Биринчидан, А нуқтадаги заррача $G \cdot Z$ потенциал энергияга эга бўлади. Иккинчидан, А нуқта эркин сатҳдан h чуқурликда жойлашган. Шу туфайли А нуқтага гидростатик босим таъсир қилади. Шу босим таъсирида А нуқта h_{pr} баландликка кўтарилади ва у ерда $G \cdot h_{pr}$ потенциал энергияга эга бўлади. Хар иккаласини йиғиндиси А нуқта учун тўлиқ потенциал энергияни беради:

$$G \cdot Z + G \cdot h_{pr} = E_p. \quad (3.22)$$

Ушбу ифоданинг ҳар икки томонини G га бўлсак, қуйидаги тенгликка эга бўламиз:

$$Z + h_{pr} = H_r. \quad (3.23)$$

Демак, гидростатик напор A нуқтадаги суюқлик заррачасининг потенциал энергияси ўлчови бўлиб хизмат қилади.

2. Пьезометрик напор тушунчасини кўриб чиқиш учун A нуқтага юқори қисми очик бўлган трубкани туширамиз. Юқоридаги 3.13 - расмда келтирилган чизмадан кўриниб турибдики, пьезометрик баландлик (h_p) гидростатик босимнинг келтирилган баландлиги (h_{pr}) дан кичик, яъни $h_p < h_{pr}$.

Агар A нуқтанинг тенглаштириш текислигига нисбатан баландлиги Z бўлса, пьезометрик напор куйидагига тенг бўлади:

$$H_p = h_p + Z. \quad (3.24)$$

Демак, пьезометрик напор пьезометрик баландлик билан Z нинг йиғиндисига тенг. Маълумки, $h_p =$

$\frac{P - P_a}{\gamma}$ эди, шунга асосан:

$$H_p = \frac{P}{\gamma} - \frac{P_a}{\gamma} + Z = \left(\frac{P}{\gamma} + Z\right) - \frac{P_a}{\gamma} = H_r - \frac{P_a}{\gamma}; \quad (3.25)$$

$$H_p = H_r - \frac{P_a}{\gamma} = Const$$

Демак, тинч ҳолатдаги суюқликнинг исталган нуқтаси учун пьезометрик напорнинг қиймати ўзгармас бўлади. Ишоти: чизмадаги идишга бир нечта трубклар туширилса, улар бир хил баландликни кўрсатади ва пьезометрик напор текислигини ҳосил қилади.

Синов саволлари:

1. “Гидростатика” тушунчасини изоҳланг ва гидростатика ўрганадиган масалаларни эсланг.
2. Тинч ҳолатдаги суюқликларга қандай қучлар таъсир этади?
3. Гидростатик босим нима ва у қандай кўринишида намоён бўлади?
4. Ўртача гидростатик босим нимани англатади?
5. Нуқтага кўрсатилаётган гидростатик босим қандай аниқланади?
6. Гидростатик босимнинг хоссаларини айтиб беринг?;
7. Гидростатиканинг асосий тенгламаси қандай ташкил этувчилардан иборат?
8. Эркин юза, тенг босимли юзаларнинг моҳиятини тушунтириб беринг.
9. Тўлиқ, ортиқча ва монометрик босим, эркин сатҳдаги монометрик босимларнинг фарқини айтиб беринг?
10. Гидростатик босим қандай ўлчам бирликларида ифодаланади?
11. Гидростатик босимни ифодалаш усулларини эсланг.
12. Гидростатик босим бирлик юзага таъсир қилаётган қуч сифатида қандай ифодаланади?;
13. Гидростатик босимни атмосфера босими бирлигида ифодалаш мумкинми?
14. Гидростатик босим пьезометрик баландлик кўринишида қандай ифодаланади?
15. Сув устунни баландлиги қандай аниқланади?
16. Симоб устунни баландлиги қандай аниқланади?
17. Вакуум нима?
18. Гидростатик босимни ўлчаида қўлланиладиган асбобларни эсланг.
19. Пьезометр, симобли ва металл монометрлар қандай мақсадда ишлатилади?
20. Вакууметрлар нима?
21. “Напор” тушунчасига изоҳ беринг, гидростатик напор билан пьезометрик напорнинг фарқини айтинг?

4-маъруза

Гидростатик босимни график кўринишида ифодалаш ва босим кучини ҳисоблаш

Режа:

1. Гидростатик босимни график кўринишида ифодалаш:
 - 1.1. Гидростатик босим этюраси (ГБЭ);
 - 1.2. Турли ҳолатлар учун ГБЭни чизиш:
 - 1.2.1. Текис юзали вертикал девор учун;
 - 1.2.2. Текис юзали вертикал девор маълум чуқурликда жойлашган;
 - 1.2.3. Текис юзали девор нишаб жойлашган;
 - 1.2.4. Текис юзали нишаб девор маълум чуқурликда жойлашган;
 - 1.2.5. Текис юзали деворнинг ҳар икки томони суюқлик таъсирида;
 - 1.2.6. Текис юзали девор маълум чуқурликда горизонтал жойлашган;
 2. Текис юзали деворга бўладиган босим кучини ҳисоблаш:
 - 2.1. Текис юзали девор h чуқурликда горизонтал жойлашган;
 - 2.2. Текис юзали девор вертикал жойлашган;
 - 2.3. Текис юзали вертикал девор маълум чуқурликда жойлашган;
 - 2.4. Текис юзали девор нишаб жойлашган;

3. Йиғинди босимни аниқлашнинг графо-аналитик усули;
4. Ихтиёрий контур билан чегараланган текис юзали деворга бўладиган босим;
5. Босим маркази, инерция моменти, статик момент;
6. Босим марказининг вертикал ординатаси ва эксцентритетни аниқлаш усуллари;
7. Суюқликларнинг эгри (цилиндрик) сиртларга бўладиган босими;
8. Босим скелети;
9. Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтасини аниқлаш;
10. Сув омбори тўғонига бўладиган гидростатик босим кучини ҳисоблаш.

Гидростатик босимни график кўринишида ифодалаш. Гидростатик босим микдорининг чуқурлик бўйича ўзгаришини график кўринишдан ифодалаш мумкин. Бу графикни гидростатик босим эпюраси деб атаймиз.

Эпюра – бирор ўзгарувчи микдорнинг контур узунлиги бўйича ўзгаришини ифодалайди. Гидростатик босим эпюраси эса шу микдорнинг контур ёки девор узунлиги бўйича ўзгаришини ифодалайди. Гидростатик босим эпюрасини қуйидаги ҳоллар учун кўраимиз.

Текис юзали вертикал девор, деворнинг юқори қисми эркин сатҳгача етган (4.1-расм). Маълумки, $P_u = \gamma \cdot h$ ифода ортиқча гидростатик босимни чуқурликка мос равишда ортишини ифодалайди. Ушбу тенгликдан фойдаланиб, гидростатик босимнинг чуқурлик бўйича ўзгаришини график кўринишда ифодалаймиз.

А нуктада $P_{u_A} = 0$ бўлади, чунки $h = 0$. А нукта билан В нукта оралиғидаги ихтиёрий Х нукта учун $P_{u_X} = \gamma \cdot h_X$ бўлади. В нуктада эса $P_{u_B} = \gamma \cdot h_B$ бўлади. Шу тартибда бир нечта нукталар олинса, $P_u = f(h)$ функция тўғри чизиқни ифодалашига ишонч ҳосил қиламиз.

Чизмадаги АВ вертикални аниқ масштабда олсак ва h_1, h_2, \dots, h_n чуқурликлар учун ҳисобланган $P_{u1}, P_{u2}, \dots, P_{un}$ қийматлар учун ҳам мос масштаб танлаб, уларни чизмада АВга перпендикуляр қилиб қўйсақ, $\Delta ABB'$ ни ҳосил қиламиз. Шу масалани сув мисолида кўрайлик: $\gamma_{\text{сув}} = 1 \text{ т/м}^3$, АВ = 4 м бўлсин. Ҳисоблашлар натижаларини қуйидаги жадвалда келтирамиз:

№	h, м	$P_u = \gamma \cdot h, \text{ Т/м}^2$
1	0	0
2	1	1
3	2	2
4	3	3
5	4	4

Юқоридаги 4.1-жадвал маълумотлари асосида гидростатик босим эпюраси чизилади (4.2-расм). Демак, текис юзали вертикал девор учун гидростатик босим эпюраси тўғри бурчакли учбурчак кўринишида бўлади. Ушбу эпюрадан ҳар икки (x ва y) ўқлардаги масштабдан фойдаланиб, АВ деворнинг исталган нуктаси учун P_u ни ҳисоблашларсиз аниқ айтиб бера оламиз.

Текис юзали девор, деворнинг юқори қисми эркин сатҳга етмайди, яъни А нукта унга нисбатан d чуқурликда жойлашган (4.3-расм). Ушбу d чуқурликдаги гидростатик босим “0”дан катта бўлади, яъни $P_u = \gamma \cdot d > 0$. Чизмадан кўришиб турибдики, В нукта $h+d$ чуқурликда жойлашган.

Шунинг учун В нуктадаги ортиқча гидростатик босимнинг қиймати $P_{uB} = \gamma (h+d)$ ифода билан аниқланади. Демак, мазкур ҳолатда гидростатик босим эпюраси трапеция шаклида бўлади.

Текис юзали девор нишаб жойлашган (4.4-расм). Ушбу ҳолатда А нуктанинг чуқурлиги $h_A = 0$ бўлганлиги учун $P_{uA} = 0$ бўлади. Чизмадаги В нуктанинг чуқурлиги $h_B = h$ бўлиб, шу нуктага таъсир этаётган ортиқча гидростатик босим $P_{uB} = \gamma \cdot h$ қийматга тенг бўлади. Ҳисоблашларда АВ деворнинг қиялик бурчаги (α) маълум бўлади.

Шунга боғлиқ ҳолда чуқурлик h ни $h = AB \cdot \sin \alpha$ ифода билан аниқлаймиз. Шу тенгликни эътиборга олсак, В нуктадаги ортиқча гидростатик босим $P_{uB} = \gamma AB \cdot \sin \alpha$ ифода билан ҳисобланади. Демак, бу ҳолатда гидростатик босим эпюраси тўғри бурчакли учбурчак шаклида бўлади.

Юқоридагига ўхшаш, лекин АВ девор маълум чуқурликда нишаб ҳолатда ўрнатилган, аниқроғи А нукта эркин сатҳдан маълум чуқурликда жойлашган (4.5-расм). Чизмадан кўриниб турибдики, ушбу ҳолатда гидростатик босим эпюраси АВВ'А' трапеция шаклида бўлади.

Текис юзали деворнинг ҳар икки томонида суюқлик бўлсин (4.6-расм).

Бундай ҳолатда гидростатик босим эпюраси ҳар икки томон учун чизилади. Сўнг уларнинг геометрик йиғиндиси таъсир кучларининг йўналишларини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Демак, биз кўраётган ҳолатда гидростатик босим эпюраси АВДЕ трапеция юзаси билан ифодаланади.

Унинг асослари: $AB = \frac{h_1}{\sin \alpha}$; $DE = \frac{h_2}{\sin \alpha}$,

баландлиги эса $EC = \gamma \cdot h_1 - \gamma \cdot h_2$ ифодага тенг бўлади.

Демак, бу ҳолатда гидростатик босим эпюраси катта ва кичик учбурчаклар фарқи билан ифодаланади.

Текис юзали девор h чуқурликда горизонтал жойлашган (4.7-расм).

Бундай шароитда текис юзали АВ деворнинг барча нукталарига таъсир этадиган ортиқча гидростатик босим миқдори ўзгармас, яъни $P_u = \text{Const}$ бўлади. Гидростатик босим эпюраси эса 4.7-расмда кўрсатилганидек, тўғри тўртбурчак кўринишида бўлади.

Текис юзали деворга бўладиган йиғинди ёки тўлиқ босимни ҳисоблаш. Ушбу масалани қуйидаги ҳолатлар учун кўрамиз.

1-ҳол. Текис юзали девор h чуқурликда горизонтал жойлашган (4.8-расм).

Унинг юзаси ω , суюқликнинг солиштирма оғирлиги эса γ бўлсин. Бундай ҳолатда деворга бўладиган йиғинди ёки тўлиқ босим кучи P қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P = \gamma \cdot h \cdot \omega, \quad \text{кг ёки тонна} \quad (4.1)$$

2-ҳол. Юқори қисми эркин сатҳда жойлашган тўғри тўртбурчакли вертикал девор (4.9-расм).

Деворнинг кенглиги, бирлик қийматга тенг бўлган кенглик db ва деворнинг баландлиги H ($H = h$) бўлса, бирлик қийматдаги босим кучи dP учбурчакнинг юзаси сифатида қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$dP = \frac{1}{2} \gamma \cdot H \cdot H \cdot db. \quad (4.2)$$

Деворнинг кенглиги b учун эса тўлиқ босим кучи қуйидагича аниқланади:

$$P = \int_0^b dP = \int_0^b \frac{1}{2} H^2 \gamma \cdot db = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot b = (bH) \left(\gamma \frac{H}{2} \right) = \omega \cdot \gamma \cdot h_c = \omega \cdot P_c, \quad (4.3)$$

бу ерда: C – оғирлик маркази, h_c – оғирлик маркази жойлашган чуқурлик, P_c – оғирлик маркази жойлашган нуктадаги гидростатик босим бўлиб, $P_c = \gamma \cdot h_c$ ифода билан аниқланади.

Демак, текис юзали тўғри тўртбурчакли вертикал деворга бўлаётган йиғинди босим деворнинг оғирлик марказига бўлаётган гидростатик босим билан девор юзасининг кўпайтмасига тенг.

3-ҳол. Текис юзали вертикал девор, унинг юқори қисми сув сатҳига етмайди, яъни ундан маълум d чуқурликда жойлашган (4.10 - расм). Мана шу ҳолат учун йиғинди босим кучини ҳисоблаш ифодасини геометрик аналогия – ўхшашлик усули билан аниқлаймиз (4.11 - расм).

Маълумки, бундай шароитда йиғинди босим кучининг қиймати призма ҳажмига тенг бўлади. Ушбу призманинг асослари босим эпюрасига тенг бўлса, унинг баландлиги деворнинг кенглиги b га тенг бўлади. Демак,

босим кучининг қийматини қуйидаги ифода билан ҳисоблаш мумкин:

$$P = V_{ABCD A' B' C' D'} = \underbrace{\frac{1}{2}(\gamma \cdot d + \gamma \cdot d + \gamma \cdot H)H \cdot b}_{S_{дл'cc}} = \frac{1}{2}(2\gamma \cdot d + \gamma \cdot H)H \cdot b =$$

$$= (\gamma \cdot d + \gamma \frac{H}{2})H \cdot b = \gamma(d + \frac{H}{2})H \cdot b = \omega \cdot \gamma \cdot h_c = \omega \cdot P_c. \quad (4.4)$$

4-ҳол. Текис юзали девор α бурчак остида нишаб жойлашган ва унинг юқори қисми эркин сатҳга етади (4.12 - расм).

$$P = V_{ABCA' B' C'} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H \frac{H}{\sin \alpha} \cdot b = b \frac{H}{\sin \alpha} \cdot \gamma \frac{H}{2} = \omega \cdot P_c. \quad (4.5)$$

Охирги (4.4) ва (4.5) ифодалардаги белгилашлар юқорида келтирилган матн ва чизмаларда кўрсатилган.

Йиғинди босимни аниқлашнинг графо-аналитик усули. Олдинги дарсларда йиғинди босимни, яъни босим кучини аниқлаш усулларини кўрдик. Йиғинди босимни графо-аналитик усулда ҳам аниқлаш мумкин.

Юқори қисми эркин сатҳда жойлашган вертикал деворга бўлаётган босим кучи P ни аниқлайлик (4.13 - расм).

1. Аналитик усулда, юқорида кўрсатиб ўтилганидек, қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P = V_{ABCA' B' C'} = \omega \cdot P_c, \quad (4.5)$$

бу ерда: $V_{ABCA' B' C'}$ - призманинг ҳажми, $\omega = b \cdot H$, $P_c = \gamma \cdot h_c$.

2. Графо-аналитик усул.

Йиғинди босим кучи P ни ифодаловчи призманинг ҳажми $V_{ABCA' B' C'}$ ни қуйидаги кўринишда аниқлаш мумкин (4.14 - расм):

$$P = V_{ABCA' B' C'} = S_{ABC} \cdot b, \quad (4.6)$$

бу ерда: S_{ABC} - учбурчак шаклидаги эпюранинг юзаси, b – деворнинг кенглиги.

Демак, графо-аналитик усулда йиғинди босим кучини аниқлаш учун эпюра майдонини деворнинг кенглигига кўпайтириш керак.

Эпюра майдонини аниқлашнинг қуйидаги икки усули мавжуд:

1) геометрик усул, бу усулда эпюра майдони қуйидагича аниқланади:

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H \cdot H, \quad \frac{T}{M}. \quad (4.7)$$

2) планиметрик усул, бу усулда қуйидаги тартибда иш юритилади:

а) 1 см^2 юзанинг қиймати аниқланади, $\frac{T}{M}$ да;

б) квадратлар сони n аниқланади;

в) уларнинг кўпайтмаси S_{ABC} нинг умумий майдонини беради.

Эпюра майдони, яъни S_{ABC} нинг умумий майдони аниқ бўлгач, унинг қийматини деворнинг кенглиги b га кўпайтирсак, призманинг ҳажмини ёки, аниқроқ қилиб айтганда, йиғинди босим кучини ҳисоблаган бўламиз.

Ихтиёрий контур билан чегараланган текис деворга бўладиган босим. Суюқлик босими таъсиридаги α бурчак остида жойлашган ясси девордан $\Delta \omega$ кичик майдонни ажратиб оламиз (4.15 - расм).

Унга бўладиган босим кучи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\Delta P = \Delta \omega \cdot \gamma \cdot h, \quad (4.8)$$

бу ерда оғирлик маркази жойлашган чуқурлик $h_c = h$ деб олинди, чунки $\Delta \omega$ юза жуда кичикдир.

Йиғинди босим кучи P эса кичик - элементар майдонларга бўлаётган ΔP ларнинг йиғиндисига тенг бўлади:

$$P = \Sigma \Delta P = \gamma \cdot \Sigma \Delta \omega \cdot h = \gamma \cdot \omega \cdot h_c = \omega \cdot P_c, \quad (4.9)$$

бу ерда $\gamma \cdot \Sigma \Delta \omega \cdot h = \omega \cdot P_c$, яъни ихтиёрий контурнинг умумий майдонини унинг оғирлик маркази жойлашган чуқурлигига бўлган кўпайтмасига тенг.

Олдинги мавзуларда оғирлик маркази жойлашган чуқурликни осон топаётган эдик. Бу усулларни ихтиёрий контур билан чегараланган майдон учун қўллаб бўлмайди. Қуйида мана шундай ҳолларда оғирлик марказининг координаталарини аниқлаш усули билан танишамиз.

Босим маркази. Йиғинди босим кучининг тенг таъсир этувчи йўналтирилган нукта босим маркази дейилади.

Текис девор α бурчак остида жойлашган. Унга бўлаётган босим марказини аниқлаш учун 4.16 - расмга мурожат қиламиз. Босим марказини D билан белгилайлик. Унинг ординатаси Y_d бўлади. Қуйида Y_d ни аниқлаймиз.

Нима учун Y_x аниқланмайди? Чунки “ D ” нуқта Y_d чуқурликда “ X ” ўқида ётади. Бунинг сабаби сув сатҳининг горизонтал эканлиги билан изоҳланади.

Босим марказининг вертикал ординатаси Y_d ни аниқлаш учун назарий механикадаги тенг таъсир этувчи куч momenti теоремасидан фойдаланамиз.

Теорема: бирор ўққа нисбатан тенг таъсир этувчи кучнинг momenti унинг ташкил этувчилари йиғиндисига тенг. Биз OX ўқига нисбатан кўрайлик. P – тенг таъсир этувчи куч бўлади. OX ўққа нисбатан унинг елкаси Y_o бўлади. Унинг, яъни P нинг ташкил этувчилари элементар майдонга таъсир қилаётган ΔP бўлади. OX ўққа нисбатан ΔP нинг елкаси Y бўлсин.

Юқоридаги теоремага асосан қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$P \cdot Y_o = \sum_0^{\omega} \Delta P \cdot Y. \quad (4.10)$$

Маълумки, ортикча босим учун қуйидагини ёзамиз:

$$\Delta P = P_v \cdot \Delta \omega = \gamma \cdot h \cdot \Delta \omega = \gamma \cdot Y \cdot \sin \alpha \cdot \Delta \omega. \quad (4.11)$$

Иккинчи томондан босим кучи $P = \gamma \cdot h_c \cdot \omega$ га тенг. Юқоридаги ΔP ва P нинг шу қийматларини (4.10) ифодага қўямиз:

$$\gamma \cdot h_c \cdot \omega \cdot Y_o = \sum_0^{\omega} \gamma \cdot Y^2 \cdot \sin \alpha \cdot \Delta \omega.$$

Охирги ифодадаги γ ва $\sin \alpha$ ўзгармасларни \sum_0^{ω} ишорасидан чиқарсак ва $h_c = Y_c \cdot \sin \alpha$ эканлигини эътиборга олсак, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\begin{aligned} \omega \cdot y_c \cdot y_d &= \sum_0^{\omega} \Delta \omega \cdot y^2 \text{ ёки} \\ y_d &= \frac{\sum_0^{\omega} \Delta \omega \cdot y^2}{\omega \cdot y_c}. \end{aligned} \quad (4.12)$$

Механикада $\sum_0^{\omega} \Delta \omega \cdot y^2$ ифода ω майдоннинг OX ўқига нисбатан инерция momenti деб аталади ва J_x

билан белгиланади. Юқоридаги $\omega \cdot y_c$ ифода эса шу майдоннинг OX ўқига нисбатан статик momenti (S_x) дейилади. Шу белгилашларни эътиборга олсак, босим марказининг ординатасини қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$y_d = \frac{J_x}{S_x} = \frac{J_x}{\omega \cdot Y_c},$$

бу ерда $J_x = J_c + \omega \cdot y_c^2$ эканлигини ҳисобга олсак, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$y_d = \frac{J_c + \omega \cdot y_c^2}{\omega \cdot y_c} = \frac{J_c}{\omega \cdot y_c} + y_c, \quad (4.13)$$

бу ерда: J_c – OX га параллел бўлган оғирлик марказидан ўтган ўққа нисбатан ω майдоннинг инерция momenti деб аталади. Таъкидлаш лозимки, J_x - m^4 да, S_x - m^3 ва y_d эса m ёки см да ифодланади.

Демак, босим маркази оғирлик марказидан

$\frac{J_c}{\omega \cdot y_c}$ қийматга тенг бўлган узунликда пастда ётади.

Шу $\frac{J_c}{\omega \cdot y_c}$ ифодани «е» билан белгилаймиз ва уни

эксцентритет деб атаймиз (4.17 - расм).

Инерция momenti ва эксцентритетни аниқлашнинг аналитик усули. Инерция momenti (оғирлик марказига нисбатан) қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$J_c = \frac{b \cdot H^3}{12}. \quad (4.14)$$

Инерция моменти маълум бўлгач, $y_c = H/2$ ҳамда $\omega = H \cdot b$ эканлигини ҳисобга олиб, эксцентритетни куйидаги ифода билан аниқлаймиз:

$$e = \frac{J_c}{\omega \cdot y_c} = \frac{b \cdot H^3 \cdot 2}{12 \cdot H \cdot b \cdot H} = \frac{H}{6}. \quad (4.15)$$

Геометрик усул: Йиғинди босим кучи уни ифодаловчи жисм ҳажмига тенг эканлиги юқорига кўрсатиб ўтилди. Демак, босим маркази худди шу жисмнинг оғирлик маркази жойлашган нуқтада бўлади. Агар текис вертикал девор бўлса, унинг эпюраси учбурчак шаклида бўлиб, босим маркази медианалар кесишган нуқтада жойлашган бўлади.

Суюкликларнинг эгри (цилиндр) сиртларга бўладиган босими.

Цилиндр юзага бўлаётган йиғинди босимни аниқлаш учун АВ цилиндрик сирт билан чегараланган жисмни олайлик (4.18 - расм). Шу цилиндрик юзага суюклик Р босим кучи билан таъсир қилади. Мақсад шу Р босим кучини аниқлашдир.

Мақсадни амалга ошириш учун А нуқтадан куйи томон вертикал туширамиз ва АК тўғри чизикни ҳосил қиламиз. Шу тўғри чизикқа В нуқтадан перпендикуляр ўтказамиз. Натижада АВК суюклик қисмини ажратиб олдик.

Фараз қиламиз, шу ажратиб олинган суюклик қисми қаттиқ ҳолатда бўлсин (4.19 - расм). Унга куйидаги кучлар таъсир қилади:

1. Вертикал ААКК томонга таъсир қиладиган куч. Унинг қиймати куйидаги ифода билан аниқланади:

$$P_x = \omega \cdot P_c = b \cdot H \cdot \gamma \cdot \frac{H}{2} = \frac{1}{2} b \cdot \gamma \cdot H, \quad (4.16)$$

ушбу ифодага тегишли бўлган белгилашлар расмларда келтирилган.

2. Горизонтал ВВКК юзага куйидан таъсир қиладиган босим кучи эса куйидагича аниқланади:

$$P_z = \omega \cdot P_c = a \cdot b \cdot \gamma \cdot H, \quad (4.17)$$

ифодадаги белгилашлар 4.19 - расмда кўрсатилган, бу ерда $h_c = H$, чунки юза горизонтал жойлашган.

3. Ён томонлардан таъсир қиладиган босим кучлари бир-бирига тенг ва улар қарама-карши йўналган. Шунинг учун бу кучлар ўзаро мувозанатлашади.

4. Ажратиб олинган суюклик қисмининг оғирлиги эса куйидаги ифода билан аниқланади:

$$G = F_1 \cdot b \cdot \gamma, \quad (4.17)$$

бу ерда: F_1 – АВК нинг юзаси, b – сиртнинг кенглиги.

Цилиндр АВ юзага бўлаётган йиғинди босим (Р) га қарши йўналган акс таъсир кучини R билан белгиласак, механикадан маълумки, улар ўзаро тенг бўлади, яъни $P = R$. Иккинчи томондан, қаттиқ ҳолатда деб фараз қилинган суюклик мувозанатда бўлиши учун унга таъсир қиладиган кучларнинг горизонтал ва вертикал ташкил этувчилари йиғиндилари “0” бўлиши керак.

Бу ҳолат куйидаги тенгликлар билан ифодаланади:

$$a) \sum f_x = 0$$

$$b) \sum f_z = 0.$$

Горизонтал ташкил этувчиларнинг проекциялари P_x ва R_x дир (4.20 - расм).

Демак, юқоридаги “а” ифодага асосан $P_x = R_x = 0$ бўлади.

Шу тенгликка асосан:

$$\frac{1}{2} \gamma \cdot b \cdot H^2 + R_x = 0, \quad R_x = -\frac{1}{2} \gamma \cdot b \cdot H^2 \quad \text{ёки} \quad P_x = -P_x = \frac{1}{2} \gamma \cdot b \cdot H^2 \quad \text{деб ёзиш мумкин.}$$

Демак, цилиндрик юзага бўлаётган йиғинди босимнинг горизонтал ташкил этувчисининг қиймати шу юзанинг вертикал деворга бўлган проекцияси юзасига бўлаётган босимга тенг.

Расмлардан кўриниб турибдики, вертикал ташкил этувчилар P_z , R_z ва G лардир. Юқоридаги “б” ифодага асосан куйидагича ёзамиз:

$$-P_z + R_z + G = 0. \quad (4.18)$$

Охириги ифодага P_z ва G нинг қийматларини қўямиз:

$$-a \cdot b \cdot \gamma \cdot H + R_z + F_1 \cdot b \cdot \gamma = 0.$$

Шу ифодадан R_z ни аниқлаймиз:

$$R_z = a \cdot b \cdot \gamma \cdot H - F_1 \cdot b \cdot \gamma = \gamma \cdot b \cdot (a \cdot H - F_1) = \gamma \cdot b \cdot F_2 = \gamma \cdot V_2$$

$$P_z = R_z + G = \gamma \cdot b \cdot F_2 + F_1 \cdot b \cdot \gamma = \gamma \cdot V_2 + \gamma \cdot V_1 = \gamma(V_1 + V_2) = \gamma \cdot V_0,$$

бу ерда V_0 – АКВК' призманинг ҳажмини ифодалайди.

Демак, цилиндрик юзага бўлаётган йиғинди босимнинг вертикал ташкил этувчиси ҳажми V_0 га тенг бўлган суюқлик оғирлигига тенг бўлади.

Юқорида кўрилган ҳар икки кучнинг тенг таъсир этувчиси йиғинди босим P ни ифодалайди ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (4.19)$$

бу ерда: P_x ва P_z – босим кучининг горизонтал ва вертикал ташкил этувчиси.

Босим склети. Юқорида ажратиб олинган суюқлик қисми босим склети дейилади. Юқорида келтирилган расмларда босим склети АВКА'В'К' ҳажми ифодалайди. Босим склети мусбат ва манфий бўлиши мумкин (4.21 - расм).

Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтасини топиш. Бунинг учун қуйидаги тартибда иш юритамиз:

1. Йиғинди босимнинг ташкил этувчилари P_x ва P_z ларнинг таъсир нуқталарини топамиз (4.22 - расм):

а) P_x нинг таъсир нуқтаси пастдан $H/3$ чуқурликда бўлади;

б) P_z эса босим склетининг оғирлик марказига қуйилган бўлади;

2. Йиғинди босим кучи P унинг ташкил этувчилари, яъни P_x ва P_z лар кесишган нуқтадан ўтиши керак;

3. Таъсир бурчаги α қуйидагича аниқланади: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_z}{P_x}$;

4. Таъсир бурчаги α маълум бўлгач, тўғри чизик бўйлаб P нинг таъсир нуқтасини АВ сиртда аниқлаймиз. Шу нуқта цилиндрик сиртга бўлаётган босимнинг маркази ҳисобланади.

Тўғонга бўладиган босим кучини ҳисоблаш. Қуйидаги икки ҳолат учун кўраимиз.

1. Тўғон девори вертикал жойлашган бўлсин (4.23 - расм).

Олдинги мавзулардан маълумки, тўғон вертикал жойлашган бўлса, унга бўлаётган босим кучи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P = \omega \cdot P_c = \frac{1}{2} b \cdot \gamma \cdot H \cdot H. \quad (4.20)$$

2. Тўғон девори нишаб жойлашган. Маълумки, сув омборларининг тўғони кўпчилик ҳолларда нишаб жойлашган бўлади (4.24-расм).

Бундай ҳолатда тўғон деворига бўладиган босим кучи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P = \frac{1}{2} b \cdot \gamma \cdot H \cdot \frac{H}{\sin \alpha}. \quad (4.21)$$

Демак, тўғон деворига бўлаётган босим кучи текис юзали вертикал ёки нишаб деворларга бўладиган босим сифатида аниқланади.

Амалиётда тўғон сувнинг босим кучига бардош бера оладими, деган масалани аниқлаш керак бўлади. Тўғон деворининг сувнинг босим кучига нисбатан мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади:

1) қуйи бьеф томонда жойлашган “0” нуқтага нисбатан P босим кучининг кулатувчи моменти $P \cdot a$ ҳисобланади;

2) унга қарама-қарши бўлган мустаҳкамлик моменти эса “0” нуқтага нисбатан тўғоннинг оғирлик кучи моменти $G \cdot m$ га тенгдир;

3) агар кулатувчи момент мустаҳкамлик моментида кичик бўлса, яъни $P \cdot a < G \cdot m$ шарт бажарилганда тўғон мустаҳкам бўлади.

Сув омборлари тўғонининг трапеция шаклида олиниши қуйидагилар билан изоҳланади:

1) трапецияда оғирлик маркази тўғри тўртбурчакка нисбатан пастга тушади, яъни “а” кичик бўлади;

2) тўғон деворининг оғирлигини ифодаловчи кучнинг елкаси “m” эса ўз навбатида катталашади.

Натижада, $P \cdot a < G \cdot m$ шарт бажарилиб, тўғон деворининг мустаҳкамлиги ортади. Шунинг учун ҳам амалда трапеция шаклидаги тўғонлар қурилади.

Синов саволлари:

1. Гидростатик босим график кўринишида қандай ифодаланади?

2. Гидростатик босим эюраси (ГБЭ) нима?
3. Турли ҳолатлар учун ГБЭ ни қандай чизилади?
4. Текис юзали вертикал девор учун ГБЭ ни чизинг.
5. Текис юзали вертикал девор маълум чуқурликда жойлашган бўлса, унинг эюраси қандай кўринишида бўлади?;
6. Текис юзали девор нишаб жойлашган бўлса, эюра қандай шаклда бўлади?
7. Текис юзали нишаб девор маълум чуқурликда жойлашган бўлса, унинг эюрасини чизинг.
8. Текис юзали деворнинг ҳар икки томони суюқлик таъсирида бўлса, эюра қандай кўринишида бўлади?
9. Текис юзали девор маълум чуқурликда горизонтал жойлашган ҳолат учун ГБЭ ни чизинг.
10. Текис юзали деворга бўладиган босим кучини ҳисоблаш ифодасини ёзинг.
11. Текис юзали девор h чуқурликда горизонтал жойлашган бўлса, босим кучи қандай ҳисобланади?
12. Текис юзали девор вертикал жойлашган бўлса, босим кучи қандай ҳисобланади?
13. Текис юзали вертикал девор маълум чуқурликда жойлашган бўлса, босим кучини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
14. Текис юзали девор нишаб жойлашган бўлса, босим кучи қандай ҳисобланади?
15. Йиғинди босимни аниқлашнинг графо-аналитик усулини эсланг.
16. Ихтиёрый контур билан чегараланган текис юзали деворга бўладиган босим қандай аниқланади?
17. Босим маркази, инерция моменти, статик моментлар ва уларни аниқлаш ифодаларини биласизми?
18. Босим марказининг вертикал ординатаси ва эксцентритети қандай аниқланади?
19. Суюқликларнинг эгри (цилиндрик) сиртларга бўладиган босими қандай аниқланади?
20. Босим склети нима?
21. Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтаси қандай аниқланади?
22. Сув омбори тўғонига бўладиган гидростатик босим кучи ва тўғоннинг мустаҳкамлиги қандай аниқланади?

5-маъруза

Жисмларнинг сузиши. Архимед қонуни

Режа:

1. Архимед қонуни ҳақида:
 - 1.1. Қисқача тарихий маълумотлар;
 - 1.2. Архимед қонуни;
 - 1.3. Архимед қонунинг исботи;
 - а) суюқликка туширилган жисм параллелоипед шаклида;
 - б) цилиндр шаклида;
 - в) ихтиёрый шаклда;
2. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати:
 - 2.1. Суюқликка туширилган жисмга таъсир этадиган кучлар;
 - 2.2. Жисмларнинг чўкиши;
 - 2.3. Жисмларнинг муаллақ ҳолатда бўлиши;
 - 2.4. Жисмларнинг сув бетига қалқиб чиқиши;
 - 2.5. “Чўкиш чуқурлиги” тушунчаси;
 - 2.6. “Сув чизиги” (ватерлиния) тушунчаси;
 - 2.7. “Сув сизими” (водоизмещение) тушунчаси;
3. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти;
4. Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта:
 - 4.1. Оғирлик маркази – “С”;
 - 4.2. Босим маркази – “D”;
 - 4.3. Метацентр ва уни аниқлаш;
 - 4.4. Метацентрик радиус – ρ ;
 - 4.5. Эксцентритет – e .

Архимед қонуни ҳақида. Суюқликларга туширилган жисмларнинг сузиш назарияси Архимед қонуни билан тушунтирилади.

Архимед қонуни куйидагича таърифланади: Суюқликка туширилган жисмга шу суюқлик томонидан таъсир этадиган куч жисм сиқиб чиқарган суюқликнинг оғирлигига тенг.

Бу қонун янги эрадан 250 йил илгари Архимед томонидан ўтказилган тажрибалар натижасида аниқланган. Қонунда айтилганларни исботлаш учун олдинги дарсларда олган билимлардан фойдаланамиз.

Параллелопипед шаклидаги жисм суюқликка тўла туширилган бўлсин (5.1 - расм). Шу жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кучни топайлик. Қуйидагича белгилашларни киритамиз: h – параллелопипеднинг баландлиги, ω – асослари юзаси, h_1 – юқори асоси жойлашган чуқурлик, h_2 – пастки асоси жойлашган чуқурлик.

Ушбу жисмга қуйидаги кучлар таъсир этади:

1) юқори асосга бўлаётган босим кучи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P_1 = \omega \cdot P_{c_1} = \omega \cdot \gamma \cdot h_1. \quad (5.1)$$

2) пастки асосга бўлаётган босим кучи қуйидагича ҳисобланади:

$$P_2 = \omega \cdot P_{c_2} = \omega \cdot \gamma \cdot h_2. \quad (5.2)$$

3) вертикал деворларга таъсир этадиган P_3 ва P_4 ҳамда P_5 ва P_6 кучлар. Улар тенг ва қарама-қарши йўналганлиги туфайли ўзаро қисқаради. Шунинг учун ҳисоблашларда бу кучлар эътиборга олинмайди.

Расмдан кўришиб турибдики, ҳар икки асосга таъсир қилаётган кучлар қарама-қарши йўналган ва қуйидаги шартни бажаради: $h_2 > h_1$, демак $P_2 > P_1$ бўлади. Шу P_2 ва P_1 кучларнинг тенг таъсир этувчиси жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кўтарувчи кучни ифодалайди. Тенг таъсир этувчи куч P_z эса P_2 ва P_1 кучларнинг фарқи сифатида аниқланади:

$$P_z = P_2 - P_1 = \gamma \cdot \omega \cdot h_2 - \gamma \cdot \omega \cdot h_1 = \gamma \cdot \omega (h_2 - h_1) = \gamma \cdot \omega \cdot h = \gamma \cdot V = G. \quad (5.3)$$

Бу билан қонунда айтилган фикр исботланди. Чунки юқоридаги ифодада P_z – жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кўтарувчи кучни (Архимед кучи), γ – суюқликнинг солиштирма оғирлигини, V – суюқликка туширилган жисмнинг ҳажми ёки жисм сиқиб чиқарган суюқликнинг ҳажмини ифодалайди.

Суюқликка туширилган жисм *цилиндр* шаклида бўлганда ҳам кўтариш кучи юқоридаги йўл билан ҳисобланади.

Суюқликка туширилган жисм *ихтиёрий шаклда* бўлганда эса, у кичик параллелопипедлар ёки цилиндрларга бўлинади (5.2 - расм). Жисмнинг ҳажми $V = \sum \Delta V_i$ ифода билан аниқланади, бу ерда ΔV_i кичик параллелопипедлар ёки цилиндрларнинг ҳажмини ифодалайди. Архимед кучи P_z эса элементар кучлар $\Delta P_i = \gamma \cdot \Delta V_i$ нинг йиғиндиси сифатида қуйидагича аниқланади:

$$P = \sum \Delta P_i = \sum \gamma \cdot \Delta V_i = \gamma \cdot V. \quad (5.4)$$

Суюқликка ботирилган жисмларнинг уч ҳолати. Юқорида айтилганлардан қуйидаги хулосага келиш мумкин: суюқликка туширилган жисмларга қуйидаги икки куч таъсир қилади:

1) жисмнинг оғирлик кучи: $G = \gamma_k \cdot V$, бу ерда: G – оғирлик, $\gamma_{жк}$ – жисмнинг солиштирма оғирлиги, V – жисмнинг ҳажми;

2) кўтариш кучи ёки Архимед кучи: $P_z = \gamma_c \cdot V$, бу ерда γ_c – сувнинг солиштирма оғирлиги.

Юқоридаги ҳар икки кучнинг муносабати натижасида суюқликка туширилган жисмларда қуйидаги уч ҳолат кузатилади:

1) оғир жисмларда $\gamma_{жк} > \gamma_c$ бўлади, натижада $G > P_z$ бўлиб, жисм чўқади;

2) жисмнинг солиштирма оғирлиги сувнинг солиштирма оғирлигига тенг, яъни $\gamma_{жк} = \gamma_c$ бўлганда, $G = P_z$ бўлиб, суюқликка туширилган жисм муаллақ ҳолатда бўлади;

3) жисмнинг солиштирма оғирлиги сувнинг солиштирма оғирлигидан кичик, яъни $\gamma_{жк} < \gamma_c$ бўлганда, $G < P_z$ бўлиб, жисм сув юзасига қалқиб чиқади (5.3 - расм).

Бунда қуйидагича ходиса рўй беради. Кўтарилиш натижасида P_z нинг қиймати камаяди, чунки $H > h$.

Сузаётган жисмнинг энг пастки нуқтаси билан сув сатҳи орасидаги вертикал масофа *чўкиш чуқурлиги* дейилади.

Жисм сиртида сув сатҳи билан ҳосил бўлган чизиқ *ватерлиния* дейилади.

Амалда ватерлиния кемаларда бир мунча юқоридан ўтказилади. Бунда кемага ортилиши мумкин бўлган юк ҳам ҳисобга олинади.

Кеманинг ватерлиниясидан пастдаги қисм ҳажмига тенг ҳажмдаги сувнинг оғирлиги *сув сигими* (водоизмещение) дейилади (5.4 - расм).

Мисол: кеманинг сув сигими $P_z = 2000$ тонна, кеманинг оғирлиги $G = 300$ тонна бўлса, кема қанча юк кўтариши мумкин?

Ушбу $P_z = G + R$ ифодага асосан, $R = P_z - G = 2000 - 300 = 1700$ тонна.

Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти. Сузаётган жисм мувозанатда бўлиши учун куйидаги икки шарт бажарилиши керак:

- 1) Архимед кучи P_z жисм оғирлиги G га тенг бўлиши керак, яъни $G = P_z$;
- 2) бу кучлар таъсир этадиган нукталар битта вертикалда ётиши керак.

Ушбу вертикал чизиқ сузиш ўқи дейилади, уни “ОО” билан белгилаймиз. Маълумки, биринчи шарт бажарилмаса, жисм чўка бошлаши ёки тескариси бўлиши мумкин. Иккинчи шарт бажарилмаса, жисм айланма ҳаракат қила бошлайди (5.5 - расм).

Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта. Сузувчи жисмларда куйидаги учта нуқта мавжуд бўлади (5.6-расм):

- 1) оғирлик маркази – С;
- 2) босим маркази – D. Бу нуқта, аниқроқ қилиб айтганда, Архимед кучи қўйилган нуктани ифодалайди.
- 3) учинчи марказий нуқта куйидагича аниқланади: агар мувозанатда турган жисмни мувозанат ҳолатидан чиқарсак, Архимед кучи қўйилган нуқта янги D' нуқтага кўчади.

D' нуқтадаги Архимед кучини сузиш ўқи кесишгунча вертикал йўналишда давом эттираемиз. Унинг ОО билан кесишган нуктасини М билан белгилайлик. Шу нуқта *метацентр* деб аталади. Расмдан кўриб турибдики, $\overline{MD} > \overline{CD}$ шартини бажаради. Бу ерда \overline{MD} масофа *метацентриқ радиус* дейилади ва уни ρ билан белгилаймиз. Олдинги мавзулардан маълумки, \overline{CD} *эксцентритет* деб аталади ва “e” билан белгиланади. Демак, биз ўрганилаётган ҳолатда $\rho > e$ шартини бажаради. Мана шу шарт билан бажарилганда, мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм дастлабки ҳолатига қайтади.

Агар юқоридаги шартнинг тескариси, яъни $\rho < e$ бўлса, жисм янги ҳолатни эгаллайди.

Бурилиш бурчаги $\varphi = 15^\circ$ гача бўлганда, метацентриқ радиус куйидаги ифода билан аниқланади:

$$\rho = \frac{J}{V} = \frac{M^4}{m^3} = m.$$
 Бу ерда инерция моменти $J = \omega \cdot y^2$ бўлиб, ўлчам бирлиги m^4 да ифодаланади. Аниқроқ қилиб айтганда, J – ватерлиния майдонининг унинг марказий ўқиға нисбатан инерция моменти бўлса, V – жисм сиқиб чиқарган сув ҳажмини ифодалайди.

Синов саволлари:

1. Архимед қонуни ҳақида нималарни биласиз?
2. Архимед қонунини қандай исботлаш мумкин?
3. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати ҳақида нималарни биласиз?
4. Суюқликка туширилган жисмга қандай кучлар таъсир этади?
5. Жисмлар қандай ҳолатда чўкади?
6. Жисмлар қандай шароитда муаллақ ҳолатда бўлади?
7. Жисмлар қандай ҳолатда сув бетига қалқиб чиқади?
8. “Чўкиш чуқурлиги” қандай аниқланади?
9. “Сув чизиги” (ватерлиния) тушунчасини изоҳланг.
10. “Сув сизими” (водоизмещение) тушунчасига изоҳ беринг.
11. Сузувчи жисмнинг мувозанат шартини нималардан иборат?
12. Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқтани эсланг.
13. Оғирлик маркази нима ва у қандай аниқланади?
14. Босим маркази нима ва у қандай аниқланади?
15. Метацентр нима ва уни қандай аниқлаш мумкин?
16. Метацентриқ радиус нима ва қандай аниқланади?;
17. Чизмада эксцентритетни кўрсатиб беринг.

6-маъруза

Гидродинамика. Суюқликларнинг ҳаракати ва унинг турлари

Режа:

1. Гидродинамика ва унинг вазифалари;
2. Суюқликларни ҳаракатга келтирувчи кучлар;
3. Гидродинамик босим;
4. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари;
5. Гидродинамиканинг асосий масаласи;
6. Суюқликлар ҳаракатининг турлари.

- 6.1. Ўзгармас ҳаракат;
- 6.2. Ўзгарувчан ҳаракат;
7. Напорли ва напорсиз ҳаракатлар;
8. Ламинар ва турбулент режимли ҳаракатлар;
9. Рейнольдс тажрибалари.

Гидродинамиканинг асосий масалалари. Назарий механика ва гидравликанинг суоқликлар ҳаракатининг умумий қонуниятларини ўрганадиган қисми *гидродинамика* деб аталади.

Гидродинамиканинг вазифаси суоқликни ҳаракатга келтирувчи кучлар, гидродинамик босим, суоқликларнинг ҳаракати, ҳаракатга бўлган қаршилиқ, суоқликлар оқимининг тезлиги каби масалаларни ўрганишдир.

Суоқликлар оғирлик кучи, ташқи босим ва бошқа кучлар (кориолис кучи, зилзила, шамол, ҳароратлар фарқи ва ҳоказо) таъсирида ҳаракатга келади. Гидродинамика масалаларини ечишда юқоридаги кучлар берилган бўлади. Суоқлик ҳаракатини характерлайдиган ички босим ва оқиш тезлиги номаълум элементлар ҳисобланади.

Суоқликнинг ҳаракати натижасида вужудга келган бирлик майдонда таъсир қиладиган ички босим *гидродинамик босим* дейилади.

Гидродинамик босимни ҳам гидростатик босим каби “ P ” белги билан ифодалаймиз.

Маълумки, суоқликнинг исталган нуқтасидаги гидростатик босим уч ўлчамли координаталар функцияси ҳисобланар эди, яъни $P = f(x, y, z)$.

Гидродинамик босим эса, юқоридагига қўшимча, вақтнинг ҳам функцияси ҳисобланади: $P = f(x, y, z, t)$, яъни гидродинамик босим вақтга боғлиқ ҳолда ўзгариши мумкин.

Барча суоқликларнинг, шу жумладан сувнинг оқиш тезлиги ҳам гидродинамик босим каби ҳаракатланаётган заррачаларнинг координаталари ва вақтга боғлиқ, яъни $\mathcal{G} = f(x, y, z, t)$ бўлади.

Юқорида қайд этилганидек, ҳаракатланаётган суоқликдаги гидродинамик босим ва унинг оқиш тезлиги суоқликлар ҳаракатининг *асосий гидравлик элементлари* ҳисобланади.

Шу элементларни аниқлаш, улар ўртасидаги ўзаро муносабатни топиш ва ҳаракатга бўлган қаршилиқни ҳисоблаш гидродинамиканинг асосий масалаларини ташкил этади.

Суоқликлар ҳаракатининг турлари. Суоқликлар ҳаракатининг асосий гидравлик элементлари – гидродинамик босим “ P ” ва оқиш тезлиги “ \mathcal{G} ”нинг вақт “ t ” бўйича ўзгаришига боғлиқ ҳолда ҳаракатнинг қуйидаги икки тури бир-биридан фаркланади:

- 1) ўзгармас ҳаракат;
- 2) ўзгарувчан ҳаракат.

Ўзгармас ҳаракатда суоқликнинг исталган нуқтасида унинг оқиш тезлиги ва гидродинамик босим вақт бўйича ўзгармас бўлади. Аналитик ҳолда ифодалаганда, ўзгармас ҳаракатда оқиш тезлиги ва гидродинамик босим фақатгина ҳаракатланаётган нуқталарнинг координаталари функцияси ҳисобланади, яъни

$$P = f_1(x, y, z) \text{ ва } \mathcal{G} = f_2(x, y, z).$$

Лекин битта шarti шуки, икки нуқтадаги гидростатик босим (P) ва оқиш тезлиги (\mathcal{G}) бир-бирига тенг бўлмаслиги мумкин.

Ўзгармас ҳаракатга қуйидагилар мисол бўлади: ўзгармас напорли қувурлардаги ҳаракат; ўзгармас напорли идишдан оқаётган сув ва ҳоказо.

Ўзгармас ҳаракат икки турда бўлади:

- а) текис ҳаракат;
- б) нотекис ҳаракат.

Текис ҳаракатда оқим кўндаланг қирқими элементлари, жумладан унинг чуқурлиги, кенглиги, намланган периметри ва ҳаракат элементлари (P , \mathcal{G}) оқим узунлиги бўйича ўзгармас бўлади (6.1-расм).

Мисол: призматик каналдаги сувнинг ҳаракати, бунда сув сарфи ўзгармас бўлиши керак; ўзгармас диаметрли ва ўзгармас сув сарфи кузатиладиган қувурлардаги сувнинг ҳаракати ва ҳоказо.

Нотекис ҳаракатда юқорида қайд этилган асосий гидравлик элементлар оқим узунлиги бўйича ўзгариб туради (6.2-расм). Мисол: ўзгарувчан диаметрли қувурдаги сувнинг ҳаракати, бунда напор ўзгармас бўлиши керак; торайиб борадиган қувурдаги сувнинг ҳаракати.

Ўзгарувчан ҳаракатда суоқликнинг исталган нуқтасида унинг оқиш тезлиги ва гидродинамик босим вақт бўйича ўзгариб туради. Бу шарт аналитик усулда қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$P = f_1(x, y, z, t);$$

$$\mathcal{G} = f_2(x, y, z, t).$$

Ўзгарувчан ҳаракатга қуйидагиларни мисол қилиб келтириш мумкин: тошқин даврида дарёдаги сувнинг ҳаракати; ўзгарувчан напорли сув омборлари ёки резервуарлардан оқиб чиқаётган сув.

Суюқликни ҳаракатга келишга мажбур этаётган таъсир кучларига боғлиқ ҳолда *напорли* ва *напорсиз ҳаракатлар* бир-биридан фарқ қилади.

Напорли ҳаракатда суюқлик босим кучи таъсирида ҳаракатга келади. Бу босим атмосфера босимидан фарқ қилиб, махсус идишларда, резервуарларда ёки насослар ёрдамида вужудга келтирилади. Ичимлик сув таъминоти, иссиқлик тизимлари ва бошқаларда ҳаракатланаётган сув напорли ҳаракатга мисол бўлади.

Напорсиз ҳаракатда суюқлик фақатгина оғирлик кучи таъсирида ҳаракатга келади. Бунда суюқлик эркин сатҳга эга бўлиб ундаги босим атмосфера босимига тенг бўлади. Напорсиз ҳаракат дарёлар, каналларда кузатилади.

Табиатдаги барча суюқликлар, жумладан сув ҳам қуйидаги икки хил режимда ҳаракат қилиши мумкин:

- 1) *ламинар режимли ҳаракат;*
- 2) *турбулент режимли ҳаракат.*

Суюқлик заррачаларининг ва шу заррачалардан ташкил топган қатламларнинг бир-бирларига нисбатан тартибли ва параллел ҳаракати ламинар режимли ҳаракат дейилади (6.3-расм).

Ламинар режимли ҳаракатда қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

- а) суюқлик заррачаларининг тезлиги ўзгармас ва бир хил йўналишда;
- б) ўзан тубида тезлик 0 га тенг бўлиб, суюқлик юзасига μ омон ўсади μV ;
- в) суюқликнинг ҳаракати унинг ёпишқоқлигига боғлиқ бўлади.

Табиатда ламинар режимли ҳаракат майда донали грунтлар орасида, жуда кичик тезлик билан оқувчи ер ости сувларида учраши мумкин. Ламинар режимли ҳаракат қувурларда, каналларда ҳам кузатилади, фақат бунда тезлик кичик бўлиши керак.

Суюқлик оқимининг тартибсиз, гирдобсимон ҳаракати турбулент режимли ҳаракат деб номланади (6.4-расм).

Турбулент режимли ҳаракатда қуйидагилар кузатилади:

- а) суюқлик оқимининг ҳар бир нуқтасида тезлик миқдор ва йўналиш жихатдан ўзгарувчан бўлади;
- б) ўзан тубида тезлик “0” га тенг бўлмайди, лекин ўзан тубидан узоклашиш билан ўсиб, юзага яқинлашгач яна секинлашади;
- в) суюқликнинг ҳаракати унинг ёпишқоқлигига боғлиқ бўлмайди.

Турбулент ҳаракат сув тез оқадиган дарёлар, каналларда кузатилади.

Юқорида қайд этилганлардан маълум бўладики, ламинар режимли ҳаракат қилаётган суюқликнинг тезлиги ортиши билан турбулент режимли ҳаракатга айланади. Мана шу жараён Рейнольдс томонидан ўрганилган ва у очик ўзанлар учун қуйидаги ифодани тавсия этган:

$$Re = \frac{\rho_{\text{ўрт}} \cdot h_{\text{ўрт}}}{\nu}, \quad (6.1)$$

бу ерда: Re – Рейнольдс сони, $\rho_{\text{ўрт}}$ – суюқлик оқимининг ўртача тезлиги, $h_{\text{ўрт}}$ – суюқлик оқимининг ўртача чуқурлиги, ν – кинематик ёпишқоқлик коэффициенти.

Қувурлар учун эса қуйидаги ифодани таклиф этган:

$$Re = \frac{\rho_{\text{ўрт}} \cdot d}{\nu}, \quad (6.2)$$

бу ерда d – қувурнинг диаметри.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, очик ўзанларда сувнинг ҳаракат режими ўзгариши учун Рейнольдс сонининг чегара қиймати 300-1200 оралиғида бўлиши керак. Қувурларда эса Рейнольдс сонининг чегара қиймати 2320 га тенг эканлиги аниқланган.

Агар Рейнольдс сонининг ҳисобланган қиймати юқорида қайд этилган чегара қийматлардан катта бўлса, турбулент режимли ҳаракат, кичик бўлса, аксинча, ламинар режимли ҳаракат кузатилади.

Яна шуни ҳам таъкидлаб ўтиш лозимки, Рейнольдс сонининг чегара қиймати СГС бирликлар тизимида аниқланган. Шунинг учун ҳисоблашларда барча гидравлик катталикларнинг ўлчам бирликларини СГС бирликлар тизимида келтириб олиш зарур.

Синов саволлари:

1. *Гидродинамика нимани ўрганади?*
2. *Гидродинамиканинг вазифаларини биласизми?*
3. *Гидродинамик босим қандай намоён бўлади?*
4. *Оқимнинг асосий гидравлик элементларини эсланг.*
5. *Суюқликларни қандай кучлар ҳаракатга келтиради?*
6. *Суюқликлар ҳаракатининг қандай турлари мавжуд?*

7. Ўзгармас ва ўзгарувчан ҳаракатларнинг фарқи нимада?
8. Текис ва нотекис ҳаракатлар қандай фарқ қилади?
9. Напорли ва напорсиз ҳаракатларнинг фарқи нимада?
10. Ламинар режимли ҳаракат нима ва қандай ҳолатларда кузатилади?
11. Турбулент режимли ҳаракатга мисоллар келтиринг.
12. Рейнольдс тажрибалари қандай мақсадда ўтказилган?

7-мъруза

Гидродинамиканинг асосий тушунчалари. Оқимнинг гидравлик элементлари. Сув сарфи доимийлиги тенгламаси.

Режа:

1. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари:
 - 1.1. Траектория;
 - 1.2. Оқим чизиги (линия тока);
 - 1.3. Элементар найсимон оқим (элементарная струйка);
 - 1.4. Ҳаракатнинг найсимон модели (струйчатая модель движения);
 - 1.5. Секин ўзгариб борувчи ҳаракат (плавно изменяющееся движение);
2. Оқимнинг гидравлик элементлари:
 - 2.1. Кўндаланг кесим ва унинг элементлари:
 - 2.1.1. Чуқурлик;
 - 2.1.2. Кенглик;
 - 2.1.3. Кўндаланг кесим юзаси;
 - 2.1.4. Жонли кесма майдони;
 - 2.1.5. Намланган периметр;
 - 2.1.6. Гидравлик радиус.
 3. Суюқликнинг оқиш тезлиги;
 - 3.1. Нуқтадаги тезлик;
 - 3.2. Вертикалдаги тезлик;
 - 3.3. Суюқлик оқимининг ўртача тезлиги;
 4. Сув сарфи (таърифи, белгиланиши, ўлчам бирлиги);
 5. Сув сарфи доимийлиги тенгламаси.

Гидродинамиканинг асосий тушунчалари. Суюқликлар ҳаракати конунларини ўрганишда қуйидаги тушунчалардан фойдаланамиз:

- 1) траектория;
- 2) оқим чизиги (линия тока);
- 3) элементар найсимон оқим (элементарная струйка);
- 4) ҳаракатнинг найсимон модели (струйчатая модель движения);
- 5) секин ўзгариб борувчи ҳаракат (плавно изменяющееся движение).

Дастлаб “траектория” тушунчаси устида тўхталамиз. Ҳаракатланаётган суюқлик массасида бирорта ихтиёрий М заррачани олайлик (7.1- расм).

Белгиланган М заррачанинг координаталари X , Y , Z , оқиш тезлиги ϑ ва шу нуқтадаги гидродинамик босим P бўлсин. М заррача t_1 вақтдан сўнг X_1 , Y_1 , Z_1 координаталарни, ϑ_1 тезликни ва P_1 гидродинамик босимни эгаллайди.

Иккинчи нуқтага келганда эса, юқоридаги элементлар янги кийматларни қабул қилади. Мана шу нуқталарни туташтирсак, М заррачанинг траекторияси ҳосил бўлади. Демак, траектория битта заррачанинг турли вақтларда босиб ўтган йўлини кўрсатади.

Суюқлик ўзгармас ҳаракатда бўлганда М заррача кетидан келаётган N заррача М заррача траекториясини айнан такрорлайди. Сабаби, танланган нуқталарда (1, 2, 3) гидродинамик элементлар вақт бўйича ўзгармасдир.

Ўзгарувчан ҳаракатда эса бундай бўлмайди. Сабаби, юқоридаги элементлар миқдор жиҳатдан оқим узунлиги ва вақт бўйича ўзгариб туради.

Энди “оқим чизиги” тушунчаси устида тўхталамиз.

Ҳаракатланаётган суюқлик массасини олайлик (7.2-расм).

Шу массанинг турли нуқталарида оқиш тезлиги ҳам миқдор жиҳатдан, ҳам йўналиш жиҳатидан турлича бўлсин. Суюқлик массаси ичида ихтиёрий биринчи нуқтани танлаб оламиз.

Шу нуқтадан зарранинг t вақтдаги ϑ_1 тезлигини миқдор ва йўналиш жиҳатдан ифодалайдиган векторни ўтказайлик. Шу вектордан биринчи нуқтага нисбатан кичик ΔS_1 масофада жойлашган иккинчи нуқтани танлаб олайлик. Иккинчи нуқтадан ҳам заррачанинг t вақтдаги тезлигини миқдор ва йўналиш жиҳатдан ифодалайдиган векторни ўтказайлик. Юқоридаги йўл билан учинчи нуқта ва унинг t вақтдаги тезлигини ифодалайдиган ϑ_3

векторни ўтказайлик. ΔS масофа кичрая борса, 1, 2, 3- синиқ чизиклар эгри чизикқа айланади ва *оқим чизигини* ҳосил қилади.

Демак, оқим чизиги ҳаракатланаётган суюқликдаги заррачаларнинг айнаи бир t вақтдаги ўрнини кўрсатади. Ҳар бир заррачанинг ҳаракат йўналиши эса оқим чизигига ўтказилган уринмадан иборат бўлади. Шу хусусияти билан оқим чизиги траекториядан фарқ қилади.

Гидродинамиканинг асосий тушунчаларидан яна бири *элементар найсимон оқимдир*. Бу тушунчанинг моҳиятини англаш учун ҳаракатланаётган суюқлик массасининг кўндаланг кесимидан кичик $\Delta\omega$ майдончани ажратиб оламиз (7.3 - расм).

Шу майдонни чегаралаб турган чизикнинг барча нукталаридан оқим чизикларини ўтказамиз. Оқим чизиклари ичидаги суюқлик элементар найсимон оқимни ҳосил қилади.

Демак, элементар найсимон оқим суюқлик массасининг оқим чизиклари билан чегараланган қисмидир.

Ўзгармас ҳаракатда элементар найсимон оқим қуйидаги хусусиятларга эга бўлади:

1) унинг шакли вақт ўтиши билан ўзгармайди, чунки исталган нуктадаги гидродинамик элементлар ўзгармас қийматга эга бўлади;

2) бир элементар найсимон оқимдаги суюқлик заррачалари иккинчисига ўтмайди;

3) элементар найсимон оқим кўндаланг кесимининг исталган нуктасидаги тезлик бир хил қийматга эга бўлади.

Қуйида навбатдаги тушунчалар, яъни *ҳаракатнинг найсимон модели* ва *секин ўзгариб борувчи ҳаракат* устида тўхталамиз.

Амалий гидродинамика ва гидравликанинг кўпчилик масалаларини ечишда суюқлик оқими алоҳида элементар найчалардан иборат деб фараз қилинади. Натижада, назарий текширишларни амалга оширишда қулайлик вужудга келади. Олинган хулоса ва натижалар эса ҳақиқатга маълум даражада яқин бўлади. Ушбу баён қилинганлар, яъни суюқлик оқими ўзгармас ҳаракат қиладиган элементар найсимон оқимлар йиғиндисидан иборат, деб қабул қилинадиган модель *суюқлик ҳаракатининг найсимон модели* деб аталади. Бу моделда турли элементар найсимон оқимлар тезлиги бир-биридан фарқ қилиши мумкин.

Умумий ҳолда кўриб чиқиладиган бўлса, элементар найсимон оқимлар бир-бирига нисбатан параллел ҳаракат қилмаслиги мумкин. Бу эса назарий текширишларда ноқулайлик келтириб чиқаради. Шунинг учун гидродинамикада *секин ўзгариб борувчи ҳаракат* тушунчаси киритилади.

Секин ўзгариб борувчи ҳаракат қуйидаги икки шартни бажариши керак:

1) элементар найсимон оқимлар бир-бирларига нисбатан жуда кичик бурчак билан ҳаракатланади,

яъни $\alpha \rightarrow 0$ шартни бажариши лозим (7.4 - расм);

2) уларнинг эгрилиги ҳам жуда кичикдир.

Юқоридаги шартларни бажарадиган ҳаракатлар суюқликлар ўзгармас диаметрли қувурларда, каналнинг тўғри чизикли участкасида оққанида кузатилиши мумкин.

Суюқликнинг секин ўзгариб борувчи ҳаракати қуйидаги хоссалар билан характерланади:

1) оқимнинг кўндаланг кесими юзаси текис ва оқим йўналишига перпендикуляр бўлади;

2) кўндаланг кесимларда гидродинамик босимнинг тақсимланиши гидростатиканинг асосий қонунига бўйсунди, яъни $P = P_0 + \gamma \cdot h$ бўлади;

3) бирорта тенглаштириш текислигига нисбатан олинган солиштирма потенциал энергия (удельная потенциальная энергия), яъни бир бирлик суюқлик оғирлигининг потенциал энергияси, кўндаланг кесимнинг ҳамма нукталари учун ўзгармас бўлади.

Шу хоссани тушунтиришга ҳаракат қиламиз (7.5 – расм).

Секин ўзгариб борувчи ҳаракат қиладиган суюқликнинг кўндаланг кесимидаги гидродинамик босим гидростатика қонунига бўйсунди, шунинг

учун $z + \frac{P}{\gamma} = Const$ деб ёзамиз, бу ерда: z –

пьезометр жойлаштирилган нуктанинг тенглаштириш текислигига нисбатан баландлиги; P – шу нуктадаги гидродинамик босим; γ – суюқликнинг солиштирма оғирлиги.

Демак, секин ўзгариб борувчи ҳаракат қиладиган суюқлик оқимининг кўндаланг кесимидаги исталган нукта

учун $z + \frac{P}{\gamma}$ йиғинди ўзгармас бўлади.

Оқимнинг асосий гидравлик элементлари. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари қуйидагилардан иборат:

1) кўндаланг кесим;

2) сув сарфи;

3) суюқликнинг оқиш тезлиги.

Сууюклик оқими кўндаланг кесимининг қуйидаги гидравлик элементларини билиш лозим:

- а) чуқурлик;
- б) кенглик;
- в) кўндаланг кесим юзаси;
- г) жонли кесма майдони;
- д) намланган периметр;
- е) гидравлик радиус.

Юқорида қайд этилганлар орасида чуқурлик, кенглик, кўндаланг кесим юзаси гидрометрия курсида тўлиқ баён этилади.

Жонли кесма майдони деганда сууюклик оқими йўналишига перпендикуляр бўлган кўндаланг кесим юзаси тушунилади. Умумий ҳолда жонли кесма майдони қабариқ шаклда бўлади. Лекин, секин ўзгариб борувчи ҳаракатда у текисликдан иборат ва оқим йўналишига перпендикуляр деб қабул қилинади. Жонли кесма майдони ω билан белгиланади, ўлчам бирлиги: м² ёки см².

Намланган периметр деб, кўндаланг кесимда сууюклик билан у оқаётган ўзаннинг туташ чизиғи узунлиги тушунилади, χ билан белгиланади.

Гидравлик радиус деб, жонли кесма майдонини намланган периметрга бўлган нисбатига айтилади. Гидравлик радиусни “R” билан белгилаймиз ва қуйидаги ифода билан ҳисоблаймиз:

$$R = \frac{\omega}{\chi} . \quad (7.1)$$

Энди сув сарфи ва ўртача тезлик устида тўхталамиз. *Сув сарфи* деб, жонли кесма майдонидан вақт бирлиги ичида оқиб ўтадиган сув миқдорига айтилади. Сув сарфини Q билан белгилаймиз, ўлчам бирлиги - л/сек ёки м³/сек. Жонли кесма майдони (ω) ва ўртача тезлик (ϑ) маълум бўлса, сув сарфи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = \vartheta \cdot \omega. \quad (7.2)$$

Сууюкликнинг оқиш тезлигини қуйидаги ҳолатлар учун аниқлаш мумкин:

- а) нуқтадаги тезлик;
- б) вертикалдаги ўртача тезлик;
- в) сууюклик оқимининг ўртача тезлиги.

Нуқтадаги тезлик гидрометрик паррак ёрдамида ўлчанади. Ўлчаш усуллари гидрометрия курсида ёритилади.

Вертикал ўртача тезликни аниқлаш учун олдинги мавзулардан маълум бўлган тезлик эпюрасини олайлик. Вертикалдаги ўртача тезлик ($\mathcal{Q}_{\text{ўрт}}^B$) қуйидагига ифода билан аниқланади:

$$\mathcal{Q}_{\text{ўрт}}^B = \frac{S}{h}, \quad (7.3)$$

бу ерда: S – тезлик эпюрасининг юзаси; h – тезлик вертикалининг чуқурлиги.

2. Сууюклик оқимининг ўртача тезлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\mathcal{Q}_{\text{ўрт}} = \frac{Q}{\omega}. \quad (7.4)$$

Текис ҳаракатда ўртача тезлик оқим узунлиги бўйича ўзгармас бўлади. Текисмас ҳаракатда эса, уни белгиловчи омилларга боғлиқ ҳолда, оқим узунлиги бўйича ўзгариб туради.

Ўзгармас ҳаракатдаги сууюкликлар учун (яхлитлик) бўлинмаслик тенгламаси (Уравнение неразрывности установившегося движения жидкости). Сув сарфи доимийлиги тенгламаси (Уравнение постоянства расхода). Маълумки, сууюклик ўзи оқаётган объектни тўла эгаллайди, яъни бирор ерда ҳам очиқ жой ҳам, узилиш ҳам бўлмайди. Бунинг ёрқин далили зичликни оқим узунлиги бўйича ўзгармаслигидир. Сууюкликнинг мана шу хоссасини бўлинмаслик ёки сув сарфи доимийлиги тенгламаси орқали ифодалаш мумкин.

Сув сарфи доимийлиги ёки бўлинмаслик тенгламасини дастлаб элементар найсимон оқим учун кўрайлик (7.6 - расм).

Элементар найсимон оқимда 1 ва 2 қирқимларни ажратиб олайлик. Уларнинг майдонлари $\Delta\omega_1$ ва $\Delta\omega_2$, улардаги тезликлар \mathcal{Q}_1 ва \mathcal{Q}_2 , сув сарфлари эса ΔQ_1 ва ΔQ_2 бўлсин.

Юқорида қайд этилганидек, сув сарфлари мос равишда $\Delta Q_1 = \Delta\omega_1 \cdot \mathcal{Q}_1$ ва $\Delta Q_2 = \Delta\omega_2 \cdot \mathcal{Q}_2$ бўлади.

Ўзгармас ҳаракат қилаётган элементар найсимон оқимнинг хоссаларига кўра, биринчидан, элементар найсимон оқимнинг шакли вақт ўтиши билан ўзгармайди, иккинчидан, $\Delta\omega_1$ қирқимдан ўтган сууюклик $\Delta\omega_2$ га етиб боради. Бунинг устига сууюклик идеал, яъни куч таъсирида ҳажми кичраймайди. Ана шу айтилганлардан кўриниб турибдики, маълум вақт ичида 1-кесмадан қанча сууюклик оқиб ўтса, худди шу вақт ичида ўшанча сууюклик 2-кесмага етиб боради, яъни $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$ бўлади. Шу тенгликдан фойдаланиб, уларнинг юқорида келтирилган қийматларини эътиборга олиб, $\Delta\omega_1 \cdot \mathcal{Q}_1 = \Delta\omega_2 \cdot \mathcal{Q}_2$ деб ёзамиз.

Шу муносабатни бошқа қирқимлар учун ҳам давом эттириш мумкин:

$$\Delta\omega_1 \cdot \mathcal{G}_1 = \Delta\omega_2 \cdot \mathcal{G}_2 = \dots = \Delta\omega \cdot \mathcal{G} = \Delta Q = \text{Const}. \quad (7.5)$$

Охирги ифода элементар найсимон оқим учун сув сарфи доимийлиги тенгламаси деб аталади. Демак, ўзгармас ҳаракатдаги элементар найсимон оқимда унинг исталган қирқимидан оқиб ўтадиган элементар сув сарфлари бир хил қийматга эга бўлади.

Энди сув сарфи доимийлиги тенгламасини умумий оқим учун кўрайлик (7.7 - расм). Бунинг учун умумий оқим бир нечта элементар найсимон оқимлар йиғиндисидан иборат деб қабул қиламиз. Уларнинг ҳар бири учун юқоридаги тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин: $\Delta\omega_1 \cdot \mathcal{G}_1 = \Delta\omega_2 \cdot \mathcal{G}_2$.

Шунга ўхшаш тенгламаларни қолган элементар найсимон оқимлар учун ҳам ёзиб, уларни йиғиндисини $\sum_{\omega_1} \mathcal{G}_i \cdot \Delta\omega_i = \sum_{\omega_2} \mathcal{G}_i \Delta\omega_i$ кўринишда ёзамиз. Юқорида қайд этилганидек $Q_1 = Q_2 = Q = \text{Const}$ шарти бажарилади. Ушбу тенгликни ўртача тезлик орқали ифодаласак, умумий оқим учун сув сарфи доимийлиги тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\omega_1 \cdot \mathcal{G}_1 = \omega_2 \cdot \mathcal{G}_2 = Q = \text{Const}. \quad (7.6)$$

Демак, ўзгармас ҳаракатда ўртача тезлик ва жонли кесма майдони оқим узунлиги бўйича ўзгариб турса ҳам, сув сарфи барча кўндаланг қирқимларда бир хил қийматга эга бўлади.

Юқорида келтирилган охирги тенгламани $\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$ кўринишида ҳам ёзиш мумкин, яъни кўндаланг қирқимлардаги ўртача тезликлар жонли кесма майдонларига тескари пропорционалдир.

Синов саволлари:

1. Гидродинамиканинг асосий тушунчаларини эсланг.
2. Траектория, оқим чизиги тушунчаларини изоҳланг.
3. Элементар найсимон оқим нима?
4. “Ҳаракатнинг найсимон модели” тушунчаси қандай мақсадда қўлланилади?
5. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат деганда нимани тушунаси?
6. Оқимнинг асосий гидравлик элементларини айтиб беринг?
7. Кўндаланг кесим ва унинг элементларини биласизми?
8. Кўндаланг кесим юзаси билан жонли кесма майдонининг фарқи нимада?
9. Намланган периметр қандай аниқланади?
10. Гидравлик радиус қандай ифода ёрдамида ҳисобланади?
11. Нуқтадаги тезлик қандай аниқланади?
12. Вертикалдаги ўртача тезлик қандай аниқланади?
13. Суюқлик оқимининг ўртача тезлигини аниқлаш усулларини биласизми?
14. Сув сарфининг таърифи, белгиланиши ва ўлчам бирлигини эсланг.
15. Сув сарфи доимийлиги тенгламаси қандай кўринишда ифодаланади?

8 - маъруза

Бернулли тенгламаси, унинг геометрик ва энергетик маъноси, ўлчам бирлиги

Режа:

1. Идеал ва реал суюқликлар;
2. Бернулли тенгламасини ўрганиш босқичлари:
 - 2.1. Идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Бернулли тенгламаси;
 - 2.2. Идеал суюқликларнинг умумий оқими учун Бернулли тенгламаси;
 - 2.3. Реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси;
3. Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси;
4. Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси;
5. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги.

Гидравликада, одатда, реал, яъни ёпишқоқ суюқликлар ўрганилади. Лекин, айрим мураккаб гидравлик масалаларни ҳал этишда “идеал суюқликлар” тушунчасидан фойдаланилади. Бундай суюқликлар ёпишқоқликка эга бўлмайди ва ҳар қандай куч таъсирида ҳажмини ўзгартирмайди. Бу эса масалани ечишни анча осонлаштиради. Шу йўл билан олинган хулосалардан реал суюқликларда фойдаланилади ва тегишли хулосалар чиқарилади.

Бернулли тенгламаси ҳаракатланаётган суюқликларнинг оқиш тезлиги, гидродинамик босими ва вертикал координатлари орасидаги боғланишни ифодалайди.

Бернулли тенгламасини қуйидаги уч босқичда ўрганамиз:

- 1) идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун;

2) идеал суюқликларнинг умумий оқими учун;

3) реал суюқликлар оқими учун.

Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Бернулли тенгламаси (Уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости установившегося движения). Ушбу масалани кўриш учун элементар найсимон оқимдан 1 ва 2 кўндаланг кесимлар билан чегараланган ораликни ажратиб оламиз (8.1 - расм).

Бу оралик маълум Δt вақтдан сўнг 1' ва 2' кўндаланг кесимлар билан чегараланган ораликка кўчади, бунда 1-1' ва 2-2' участкаларда ўзгармас ҳаракат кузатилади.

Ҳар икки кўндаланг кесимлар учун ҳаракат элементларини белгилаб оламиз. Биринчи кўндаланг кесим учун жонли кесма майдони - ω_1 , тезлик - ϑ_1 , гидродинамик босим - P_1 , иккинчи кўндаланг кесим учун эса жонли кесма майдони - ω_2 , тезлик - ϑ_2 , гидродинамик босим - P_2 бўлсин. Z_1 ва Z_2 лар, мос равишда, 1- ва 2-кўндаланг кесимларнинг горизонтал текисликка нисбатан вертикал координаталарини ифодалайди.

Бернулли тенгламасини чиқаришда қуйидаги теоремага асосланамиз:

Теорема: Ҳаракатлантирувчи кучнинг орттирмаси кўчиш масофасида таъсир этадиган барча кучлар бажарган ишларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

$$\Delta\left(\frac{m\vartheta^2}{2}\right) = \sum f_i \cdot S, \quad (8.1)$$

бу ифодада: m - ҳаракатланаётган жисмнинг массаси, ϑ - ҳаракатланаётган жисмнинг тезлиги, $\sum f_i$ - кўчиш масофасида таъсир этадиган кучларнинг йиғиндиси, S - кўчиш масофаси.

Юқоридаги тенгликнинг чап томонини қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин:

$$\Delta\left(\frac{m\vartheta^2}{2}\right) = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_1^2}{2}. \quad (8.2)$$

Маълумки, Ньютоннинг иккинчи қонуни ифодаси $G = mg$ (G - жисмнинг оғирлиги, m - жисмнинг массаси, g - эркин тушиш тезланиши) га асосан суюқлик массаси m ни гидравлик катталиклар орқали ифодалаймиз:

$$m = \frac{G}{g} = \frac{V \cdot \gamma}{g} = \frac{Q \cdot \Delta t \cdot \gamma}{g}, \quad (8.3)$$

бу ерда: V - суюқликнинг ҳажми, γ - суюқликнинг солиштирма оғирлиги, Q - суюқлик сарфи. Шунга кўра (8.2) ифодани қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$\Delta\left(\frac{m\vartheta^2}{2}\right) = \frac{Q \cdot \Delta t \cdot \gamma}{g} \left(\frac{\vartheta_2^2}{2} - \frac{\vartheta_1^2}{2} \right). \quad (8.4)$$

Маълумки, 1- ва 2- кўндаланг кесимлар орасида қуйидаги кучлар таъсир этади ва уларнинг бажарган ишлари миқдори қуйидагиларга тенг:

1) оғирлик кучи, унинг бажарган иши $Q \cdot \Delta t \cdot \gamma(z_1 - z_2)$ ифодага тенг;

2) 1- ва 2-кўндаланг қирқимларга таъсир этадиган гидродинамик босим кучи, унинг бажарган иши $P_1 \cdot \omega \cdot \Delta S_1 - P_2 \cdot \omega_2 \cdot \Delta S_2$ айирмага тенг;

3) элементар найсимон оқимнинг ён деворларига таъсир қиладиган босим кучлари. Бу кучлар қушни элементар найсимон оқимларнинг деворларига перпендикуляр йўналган ва ўзаро қисқаради. Шунинг учун уларнинг бажарган ишлари ҳам “0”га тенг бўлади. Юқорида баён этилган фикрлардан фойдаланиб, (8.1) ифоданинг аниқланган қийматларини ўрнига қўйиб, уни қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\frac{Q \cdot \Delta t \cdot \gamma}{g} \left(\frac{\vartheta_2^2}{2} - \frac{\vartheta_1^2}{2} \right) = Q \cdot \Delta t \cdot \gamma(z_1 - z_2) + p_1 \cdot \omega \cdot \Delta S_1 - p_2 \cdot \omega_2 \cdot \Delta S_2. \quad (8.5)$$

Қуйидагича белгилашлар киритамиз: $\Delta S_1 = \vartheta_1 \cdot \Delta t$, $\Delta S_2 = \vartheta_2 \cdot \Delta t$. Шу белгилашларга асосан (8.5) ифода қуйидагича ёзилади:

$$\frac{Q \cdot \Delta t \cdot \gamma}{g} \left(\frac{\vartheta_2^2}{2} - \frac{\vartheta_1^2}{2} \right) = Q \cdot \Delta t \cdot \gamma(z_1 - z_2) + p_1 \cdot \omega_1 \cdot \vartheta_1 \cdot \Delta t - p_2 \cdot \omega_2 \cdot \vartheta_2 \cdot \Delta t. \quad (8.6)$$

Маълумки, $\omega_1 \cdot \vartheta_1 = Q_1$ ва $\omega_2 \cdot \vartheta_2 = Q_2$. Шу ҳолатни ҳисобга оламиз:

$$\frac{Q \cdot \Delta t \cdot \gamma}{g} \left(\frac{\vartheta_2^2}{2} - \frac{\vartheta_1^2}{2} \right) = Q \cdot \Delta t \cdot \gamma(z_1 - z_2) + p_1 \cdot Q_1 \cdot \Delta t - p_2 \cdot Q_2 \cdot \Delta t. \quad (8.7)$$

Ўзгармас ҳаракат бўлганлиги учун $Q = Q_1 = Q_2$ шarti бажарилади. Охириги тенгламанинг ҳар икки томонини $Q \cdot \Delta t \cdot \gamma$ ифодада бўламыз ва натижада қуйидаги тенгликка эга бўламыз:

$$\left(\frac{g_2^2}{2g} - \frac{g_1^2}{2g} \right) = z_1 - z_2 + \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}. \quad (8.8)$$

Юқоридаги ифоданинг гидравлик элементларини кўндаланг кесимлар бўйича гуруҳлаймиз ва қуйидагича ёзамиз:

$$\frac{g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2. \quad (8.9)$$

Охириги ифода ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Д.Бернулли тенгламасидир.

Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси. Юқорида келтирилган Бернулли тенгламасидан кўриниб турибдики, унинг ҳар икки томони қуйидаги учта баландликлар йиғиндисидан иборат:

1) z_1 ва z_2 – элементар найсимон оқим жонли кесма майдонининг тенглаштириш текислиги “0-0” га нисбатан геодезик баландликлари;

2) $\frac{p_1}{\gamma}$ ва $\frac{p_2}{\gamma}$ – жонли кесмалардаги пьезометрик баландликлар;

3) $\frac{g_1^2}{2g}$ ва $\frac{g_2^2}{2g}$ – жонли кесмалардаги тезлик напорлари (тезлик туфайли вужудга келган босим баландликлари).

Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси (Энергетический смысл уравнения Бернулли). Бернулли тенгламаси ҳаракатдаги суюқликлар учун энергиянинг сақланиш қонунининг хусусий ҳолидир. Юқорида келтирилган тенгламанинг уч аъзоси $\left(\frac{g^2}{2g}, \frac{p}{\gamma}, Z \right)$ биргаликда ҳаракатдаги идеал суюқликлар учун йиғинди (тўлик) солиштирма энергияни ташкил этади. *Солиштирма (удельная) энергия* – бир бирлик оғирликдаги суюқликда мавжуд бўлган энергияни ифодалайди.

Ҳаракатдаги суюқликларда тўлик энергия (E) қуйидаги икки ташкил этувчидан иборат бўлади:

1) кинетик энергия: $\frac{g^2}{2g} = E_K$;

2) потенциал энергия: $\frac{p}{\gamma} + z = E_{\Pi}$.

Кўриниб турибдики, потенциал энергия ҳам ўз навбатида қуйидаги икки қўшилувчидан иборат:

1) босим энергияси (энергия давления) – $\frac{p}{\gamma}$;

2) ҳолат энергияси (энергия положения) – Z .

Идеал суюқликларда кинетик ва потенциал энергиялар йиғиндиси оқим узунлиги бўйича ўзгармас бўлади ва бу йиғинди гидродинамик напор йиғиндисини кўрсатади.

Гидродинамик напорни “Н” билан белгилаймиз ва қуйидагича ёзамиз.

$$E = E_K + E_{\Pi} = \frac{g^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = H, \quad (8.10)$$

бу ерда E тўлик энергияни ифодалайди.

Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликлар оқими учун Д.Бернулли тенгламаси (Уравнение Д.Бернулли для потока идеальной жидкости при установившемся медленно изменяющемся движении). Юқорида айтилганлардан шу нарса маълум бўлдики, ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг тўлик энергияси кинетик ва потенциал энергиялар йиғиндисига тенг, яъни:

$$E = E_K + E_{\Pi}. \quad (8.11)$$

Идеал суюқликнинг умумий оқими учун Бернулли тенгламасини чиқаришда умумий оқим чексиз кўп сондаги элементар найсимон оқимлардан ташкил топган, деб фараз қиламиз (8.2 - расм).

Дастлаб кинетик энергияни аниқлаймиз. Умумий оқим учун кинетик энергия ($\frac{g^2}{2g}$) ни қуйидаги икки усул

билан аниқлаш мумкин:

1) ҳар бир элементар найсимон оқим кўндаланг кесимлардаги тезликлар орқали ҳисоблаш мумкин, яъни:

$$E_K = \left(\frac{g_1^2}{2g} + \frac{g_2^2}{2g} + \frac{g_3^2}{2g} + \dots + \frac{g_m^2}{2g} \right) : m, \quad (8.12)$$

бу ерда: $g_1, g_2, g_3, \dots, g_m$ – мос равишда 1-, 2-, 3- ва m - элементар найсимон оқимларнинг кўндаланг кесимларидаги тезликлар, m – элементар найсимон оқимлар сони.

2) умумий оқимнинг ўртача тезлиги ёрдамида, яъни:

$$E_K = \frac{g_{\text{ўрм}}^2}{2g}. \quad (8.13)$$

Биринчи усул билан аниқланган кинетик энергия иккинчи усул билан аниқланган қийматга қараганда катта бўлади. Лекин, ҳақиқий кинетик энергияни ифодалайди. Бу фикрга қуйидаги мисол ёрдамида ишонч ҳосил қилишимиз мумкин.

Мисол. Суюқлик оқими учта элементар найсимон оқимлардан иборат деб фараз қиламиз. Уларнинг оқиш тезликлари мос равишда: $g_1 = 1,0 \text{ м/с}$, $g_2 = 1,2 \text{ м/с}$ ва $g_3 = 1,4 \text{ м/с}$ бўлсин. Кинетик энергияни юқоридаги ҳар икки усул билан ҳисоблаймиз ва натижаларни солиштириб кўрамиз.

$$1\text{-усул. } E_K = \left(\frac{1,0^2}{19,62} + \frac{1,2^2}{19,62} + \frac{1,4^2}{19,62} \right) : 3 = 0,0748 \text{ м};$$

$$2\text{-усул. } E_K = \frac{g_{\text{ўрм}}^2}{2g} = \frac{\left(\frac{1,0+1,2+1,4}{3} \right)^2}{2g} = \frac{1,2^2}{19,62} = 0,0735 \text{ м};$$

Ҳақиқатан ҳам $0,0748 > 0,0735$.

Олинган натижаларнинг нисбатини топамиз ва уни “ α ” билан белгилаймиз:

$$\alpha = \frac{0,0748}{0,0735} = 1,01 > 1,0,$$

бу ерда α – жонли кесмада тезликнинг нотекис тақсимланганлигини ифодалайдиган коэффициентдир. Унинг иккинчи номи тезлик тузатмаси (корректив скорости) деб аталади. У $1 \leq \alpha \leq 1,1$ ораликдаги қийматларни қабул қилади. Қувурлар ва текис ҳаракатдаги очиқ ўзанлар учун $\alpha = 1$, дарёлар учун эса $\alpha = 1,1$ деб қабул қиламиз.

Демак, кинетик энергияни аниқлашда жонли кесмада тезликнинг нотекис тақсимланганлигини ифодалайдиган “ α ” коэффициентни ҳам ҳисобга олиш керак, яъни:

$$E_K = \frac{\alpha \cdot g^2}{2g}. \quad (8.14)$$

Қуйида иккинчи масала, яъни умумий оқим учун потенциал энергиянинг (E_{Π}) миқдорини аниқлайлик.

Маълумки, $E_{\Pi} = \frac{P}{\gamma} + z$ эди. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат қилаётган суюқлик оқимининг кўндаланг кесимида

жойлашган исталган нуқтада E_{Π} ўзгармас бўлади: $E_{\Pi} = \frac{P}{\gamma} + z = \text{Const}$. Бошқача қилиб айтганда, ҳар бир

элементар найсимон оқимнинг кўндаланг кесимида аниқланган $\frac{P}{\gamma} + z$ йиғинди уларнинг исталган бири учун

аниқланганидан фарқ қилмайди (8.3 - расм).

Шу фикрга асосланиб, умумий оқимнинг кўндаланг кесимидаги потенциал энергиянинг киймати учун қуйидаги ифодани ёзишимиз мумкин:

$$E_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^m E_{\Pi_i}}{m} = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\frac{p_i}{\gamma} + z_i \right)}{m} = \frac{p}{\gamma} + z. \quad (8.15)$$

Биз юқорида умумий оқимнинг битта, яъни яғлна кўндаланг кесими учун E_k ва E_{Π} ни аниқладик. Иккинчи кўндаланг кесим учун ҳам шу йўл билан E_k ва E_{Π} ларни аниқлаш мумкин. Демак, идеал суюқликларнинг умумий оқими учун Бернулли тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2. \quad (8.16)$$

Ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси.

Ҳаракатдаги реал суюқликларда ички ишқаланиш натижасида механик энергиянинг маълум бир қисми иссиқлик энергиясига айланади. Энергиянинг шу қисми йўқотилган напор дейилади (8.4 - расм).

Расмдан кўришиб турибдики, тўлиқ энергиянинг учта ташкил этувчилари $\left(\frac{g^2}{2g}, \frac{p}{\gamma}, z \right)$ йиғиндиси ҳар икки пьезометрда ҳам идишдаги напорга тенг эмас. Масалан, 1-пьезометр учун: $\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \neq H$. Шаклга эътибор берсак, ушбу тенгсизликнинг ҳар икки томони бир-бирдан ξ_1 га фарк қилади, яъни

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = H - \xi_1.$$

Иккинчи пьезометр учун эса, юқоридагига мос равишда қуйидаги ифодани ёзишимиз мумкин:

$$\frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 = H - \xi_2.$$

Ҳар икки пьезометр учун Бернулли тенгламасини қуйидагича ёзамиз:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 - H + \xi_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 - H + \xi_2;$$

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + (\xi_2 - \xi_1);$$

Охириги тенгликнинг ўнг томонидаги $(\xi_2 - \xi_1)$ ифодани h_f билан белгилаймиз: $h_f = \xi_2 - \xi_1$. Бу ерда h_f биринчи ва иккинчи пьезометрлар орасида йўқотилган напорни ифодалайди. Демак, ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f. \quad (8.17)$$

Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлигини аниқлаш учун тенглама аъзоларининг ҳар бирини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз:

$$\left. \begin{array}{l} 1. \quad \frac{g^2}{2g} = \frac{\left(\frac{M}{c}\right)^2}{\frac{M}{c^2}} = \frac{M^2}{c^2} \cdot \frac{c^2}{M} = M; \\ 2. \quad \frac{p}{\gamma} = \frac{\frac{T}{M^2}}{\frac{T}{M^3}} = \frac{T}{M^2} \cdot \frac{M^3}{T} = M; \\ 3. \quad z = M \end{array} \right\} \quad \frac{g^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = M + M + M = M;$$

Демак, Бернулли тенгламасининг ҳар уччала аъзоси ҳам узунлик ўлчам бирлиги, яъни m ёки cm да ифодаланади.

Синов саволлари:

1. Идеал ва реал суюқликларнинг фарқи нимада?
2. Нима сабабдан “идеал суюқлик” тушунчаси киритилади?
3. Бернулли тенгламаси нечта босқичда ўрганилади?
4. Идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Бернулли тенгламасини эсланг.
5. Идеал суюқликларнинг умумий оқими учун Бернулли тенгламаси қандай кўринишда бўлади?
6. Тезлик тузатмаси нима?
7. Реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси қандай ёзилади?
8. Умумий йўқотилган напор нимани ифодалайди?
9. Бернулли тенгламасининг геометрик маъносини айтиб беринг.
10. Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси нимада?
11. Тўлиқ энергия қандай ташиқил этувчилардан иборат?
12. Кинетик энергия нима?
13. Потенциал энергия қандай ташиқил этувчилардан иборат?
14. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлигини биласизми?

9 - маъруза

Бернулли тенгламасининг қўлланиши. Бернулли диаграммаси.

Режа:

1. Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланиши;
2. Пьезометрик-Вентури сув ўлчагичи;
3. Бернулли диаграммаси:
 - 3.1. Пьезометрик чизик;
 - 3.2. Напор чизиги;
 - 3.3. Идеал суюқликлар учун Бернулли диаграммаси;
 - 3.4. Реал суюқликлар учун Бернулли диаграммаси;
 - 3.5. Гидравлик нишаблик;
 - 3.6. Пьезометрик нишаблик;
 - 3.7. Горизонтал қувурлар учун Бернулли диаграммаси;
 - 3.8. Нишаб қувурлар учун Бернулли диаграммаси;

Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланиши. Бернулли тенгламаси асосида бир қанча ўлчов асбоблари яратилган. Пьезометрик сув ўлчагич, водоструйный насос шулар жумласидандир. Қуйида пьезометрик сув ўлчагич билан танишамиз (9.1 - расм).

Бу асбоб қувурлардаги сув сарфини аниқлаш мақсадида ишлатилади. Қувурлардаги суюқлик ҳаракатининг асосий элементларини ҳар икки пьезометрлар ўрнатилган қирқимлар учун мос равишда қуйидагича белгилаб оламиз: диаметрларни d_1 ва d_2 , тезликларни v_1 ва v_2 , қўндаланг кесим юзаларини ω_1 ва ω_2 , пьезометрик баландликларни эса

$\frac{P_1}{\gamma}$ ва $\frac{P_2}{\gamma}$ билан белгилаймиз.

Сув сарфи доимийлиги тенгламасига асосан, $\omega_1 > \omega_2$ бўлгани учун, $v_2 > v_1$ шarti бажарилади. Бернулли тенгламасига кўра иккинчи қисмда тезлик ортиши билан гидродинамик босим ($\frac{P}{\gamma}$) камаяди. Пьезометрлар

сатҳлари фарқини ($h = \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}$) ва қувурлар диаметрини билган ҳолда, суюқлик сарфини аниқлаш мумкин.

Аниқлаш йўли билан қуйидаги мисолда танишамиз.

Масала. Вентури сув ўлчагичи қувурларининг диаметри катта ва кичик қисмлари мос равишда 100 мм ва 50 мм га тенг. Уларга ўрнатилган пьезометрларнинг кўрсатиши 80 см ва 30 см бўлса, сув сарфини аниқланг. Суюқликни идеал ҳисоблаб, қаршилик эътиборга олинмайди.

Берилган: $\frac{P_1}{\gamma} = 80\text{см}$, $\frac{P_2}{\gamma} = 30\text{см}$, $d_1 = 100\text{мм}$, $d_2 = 50\text{мм}$, $Q = ?$

Ечими: Вентури сув ўлчагичи учун Бернулли тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2.$$

Бу ифодада $z_1 = z_2$, чунки қувур горизонтал жойлашган, $\alpha = 1$. Демак, дастлаб g_1 ва g_2 тезликларни, сўнг сув сарфи Q ни аниқлаймиз.

1. Юқоридаги фикрларга асосан қуйидагича ёзамиз:

$$\frac{g_1^2}{2g} + 80 = \frac{g_2^2}{2g} + 30.$$

Сув сарфи доимийлиги тенгламасига асосан қуйидагича давом этамиз:

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2};$$

$$g_1 = g_2 \frac{d_2^2}{d_1^2} = g_2 \frac{50^2}{100^2} = g_2 \frac{2500}{10000} = \frac{g_2}{4};$$

$$\frac{\left(\frac{g_2}{4}\right)^2}{2g} + 80 = \frac{g_2^2}{2g} + 30;$$

$$\frac{g_2^2}{32g} + 80 = \frac{g_2^2}{2g} + 30;$$

$$\frac{g_2^2}{32g} - \frac{g_2^2}{2g} = -50;$$

$$g_2^2 - 16g_2^2 = -0,5(32g); \quad -15g_2^2 = 16g;$$

$$g_2 = \sqrt{\frac{16g}{15}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 19,62}{15}} = \sqrt{20,45} = 4,4 \text{ м/с}; \quad g_1 = \frac{g_2}{4} = \frac{4,4}{4} = 1,1 \text{ м/с}.$$

2. Сув сарфини қувурнинг диаметри ҳамда g_1 ва g_2 тезликларга боғлиқ ҳолда аниқлаймиз:

$$\omega_1 = 0,785d_1^2 = 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,00785 \text{ м}^2 = 78,5 \text{ см}^2;$$

$$\omega_2 = 0,785d_2^2 = 0,785 \cdot 0,05^2 = 0,000392 \text{ м}^2 = 3,92 \text{ см}^2;$$

$$Q = g_1 \cdot \omega_1 = g_2 \cdot \omega_2 = 110 \text{ см/с} \cdot 78,5 \text{ см}^2 = 8030 \text{ см}^3/\text{с} = 8,63 \text{ л/с}.$$

Бернулли диаграммаси. Бернулли тенгламасининг ташкил этувчилари, яъни $\frac{\alpha \cdot g^2}{2g}$, $\frac{P}{\gamma}$, z ларни оқим

узунлиги бўйича ўзгаришини график кўринишда тасвирлаш мумкин. Бу графикни *Бернулли диаграммаси* деб атаймиз.

Бернулли диаграммаси бир йўла идеал ва реал суюқликлар учун кўрайлик. Ҳар икки ҳолда ҳам қувур горизонтал жойлашган ва ўзгармас диаметрли бўлсин. Идеал суюқликлар учун Бернулли диаграммаси 9.2 - расмдаги кўринишда бўлади.

Юқоридаги чизмадан кўриниб турибдики, Бернулли диаграммасида қуйидаги иккита чизиқ асосий ўрин тутади:

1) пьезометрик чизиқ, бу чизиқ пьезометрлар кўрсатаётган сатҳларни туташтиради, уни PP билан белгилаймиз;

2) напор чизиғи, бу чизиқ Бернулли тенгламасидаги ҳар уччала аъзолар йиғиндиларини ифодалайди ва уни NN билан белгилаймиз.

Реал суюқликларда Бернулли диаграммасининг кўриниши бошқача бўлади, чунки унда йўқотилган напорни ҳисобга олиш керак (9.3 - расм). Шунинг учун ҳам юқоридаги ҳар икки чизиқ, яъни напор чизиғи ва пьезометрик чизиқлар маълум нишабликга эга бўлади. Ана шу нишабликларни ифодалаш учун “гидравлик нишаблик” ва “пьезометрик нишаблик” тушунчалари киритилади.

Напор чизигининг нишаблиги гидравлик нишабликни характерлайди ва Бернулли тенгламасига асосан қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$i_r = \frac{\left(\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2\right)}{l} = \frac{h_f}{l}, \quad (9.1)$$

бу ерда: i_r – гидравлик нишаблик, h_f – биринчи ва иккинчи пьезометрлар оралиғида йўқотилган напор; l – пьезометрлар орасидаги масофа.

Пьезометрик чизиқнинг нишаблиги пьезометрик нишабликни ифодалайди ва қуйидаги тенглик билан ҳисобланади:

$$i_p = \frac{\left(\frac{P_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\gamma} + z_2\right)}{l}. \quad (9.2)$$

Напор чизиги ва пьезометрик чизиқларнинг кувур диаметри ҳамда унинг горизонтал ёки нишаб жойлашишига боғлиқ ҳолда қандай ўзгаришини идеал ва реал суюқликларда кўриб чиқамиз.

Горизонтал кувурлар учун:

Нишаб кувурлар учун:

Синов саволлари:

1. Бернулли тенгламаси амалиётда қандай соҳаларда қўлланилади?
2. Вентури сув ўлчагичи ёрдамида сув сарфи қандай аниқланади?
3. Бернулли диаграммаси нимани ифодалайди?
4. Пьезометрик чизиқ нима?
5. Напор чизиги нима?
6. Идеал суюқликлар учун Бернулли диаграммаси қандай кўринишида бўлади?
7. Реал суюқликлар учун Бернулли диаграммасини чизиши учун қандай ҳисоблашлар амалга оширилади?
8. Гидравлик нишаблик нима ва у қандай ифода ёрдамида ҳисобланади?
9. Пьезометрик нишабликни ҳисоблаш ифодасини биласизми?
10. Горизонтал кувурлар учун Бернулли диаграммасини идеал ва реал ҳолатлар учун чизинг.
12. Нишаб кувурлар учун Бернулли диаграммасини чизинг.

Гидравлик қаршиликлар, напор йўқотилиши, турлари ва ҳисоблаш усуллари

Режа:

1. Гидравлик қаршиликлар:

1.1. Маҳаллий гидравлик қаршилик;

1.2. Оқим узунлиги бўйича кўрсатиладиган гидравлик қаршилик;

2. Реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси;

3. Умумий йўқотилган напор ва уни тажрибада аниқлаш усуллари;

4. Умумий йўқотилган напорнинг ташиқил этувчилари:

4.1. Узунлик бўйича кўрсатилган қаршилик туфайли йўқотилган напор;

4.2. Маҳаллий қаршилик туфайли йўқотилган напор;

5. Йўқотилган напорнинг умумий қийматини ҳисоблаш.

Гидравлик қаршиликлар. Ҳаракатдаги суюқлик заррачалари билан улар ҳаракатланаётган қувур деворлари ёки ўзан туби орасида ишқаланиш мавжуд бўлади. Шу ишқаланиш туфайли суюқлик заррачаларининг ҳаракатига қаршилик кўрсатилади. Уни *гидравлик қаршилик* деб атаيمиз. Гидравлик қаршилик қуйидаги икки турда намоён бўлади:

а) оқим узунлиги бўйича кўрсатиладиган гидравлик қаршилик (сопротивление по длине потока), қаршиликнинг бу тури оқим узунлиги бўйича қаршилик коэффициенти (ξ_{y3}) орқали ҳисобга олинади;

б) жойда кўрсатиладиган, яъни маҳаллий қаршилик (местные сопротивления), ушбу қаршилик маҳаллий қаршилик коэффициенти (ξ_m) ёрдамида ҳисобга олинади.

Узунлик бўйича кўрсатиладиган гидравлик қаршилик қувурларнинг ёки очик ўзанларнинг узунлиги бўйича намоён бўлади. Маҳаллий қаршилик эса қувурлар ёки очик ўзанларнинг кескин бурилган жойларида ва бошқа шароитларда кузатилади.

Юқорида қайд этилган гидравлик қаршиликларнинг биринчиси напорнинг оқим узунлиги бўйича, иккинчиси эса, жойда йўқотилишига сабаб бўлади.

Биз олдинги дарсларда *реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламасини* қуйидаги кўринишда ёзган эдик:

$$\frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f. \quad (10.1)$$

Ушбу тенглама аъзоларининг ўрни 10.1 - расмда келтирилган ва улар бизга таниш. Ушбу маъруза мавзуи моҳиятидан келиб чиқиб, бугунги дарсда умумий йўқотилган напор, яъни h_f ни тўлароқ ёритишга ҳаракат қиламиз.

Умумий йўқотилган напор h_f ни назарий йўл билан аниқлашни ўрганишдан олдин унинг қийматини тажриба шароитида қандай аниқлаш мумкинлиги устида тўхталамиз.

Юқорида келтирилган Бернулли тенгламасидан фойдаланиб h_f ни умумий ҳолда қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$h_f = \left(\frac{\alpha_1 \mathcal{Q}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left(\frac{\alpha_2 \mathcal{Q}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right). \quad (10.2)$$

Демак, h_f ҳар икки қирқимдаги гидродинамик напорларнинг фарқига тенг. Бу ҳолат 10.1 – расмда ҳам кўриниб турибди.

Агар суюқлик нишаб қувурда текис ҳаракат қилаётган бўлса, яъни $\mathcal{Q}_1 = \mathcal{Q}_2$ тезликлар ўзаро тенг бўлса, h_f қуйидагича аниқланади:

$$h_f = \left(\frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right). \quad (10.3)$$

Кўриниб турибдики, ушбу ҳолатда h_f ҳар икки қирқимдаги пьезометрик ва геодезик баландликлар йиғиндиларининг фарқига тенг бўлади.

Қувур горизонтал жойлашган бўлса, $z_1 = z_2$ бўлиб, h_f қуйидаги тенглик билан аниқланади:

$$h_f = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}, \quad (10.4)$$

яъни горизонтал қувурда суюқлик текис ҳаракат қилаётган бўлса, h_f ҳар икки қирқимдаги пьезометрик баландликлар фарқига тенг бўлади.

Очиқ ўзанларда ҳам h_f нинг қиймати юқоридаги каби аниқланади. Мисол учун сув текис ҳаракат билан оқаётган канални кўрайлик, яъни $\mathcal{G}_1 = \mathcal{G}_2$ бўлсин. У ҳолда $\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma}$ бўлиб, $h_f = z_1 - z_2$ ифода билан аниқланади.

Юқорида баён қилинганлардан ташқари h_f ни махсус ифодалар ёрдамида назарий йўл билан ҳам аниқлаш мумкин. Қуйида шу масала устида тўхталамиз.

Умумий йўқотилган напор, яъни h_f қуйидаги икки ташкил этувчидан иборат бўлади:

- 1) узунлик бўйича йўқотилган напор, h_{y3} ;
- 2) маҳаллий қаршилик туфайли йўқотилган напор, h_m .

Юқорида қайд этилганларга асосланиб, умумий йўқотилган напор h_f ни қуйидаги ифода билан аниқлаймиз:

$$h_f = h_{y3} + h_m. \quad (10.5)$$

Демак, умумий йўқотилган напор (h_f) узунлик бўйича кўрсатилган (h_{y3}) ҳамда маҳаллий қаршиликлар туфайли йўқотилган напор (h_m) лар йиғиндисига тенг бўлади.

Оқим узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқлаш. Олдинги дарсларда айтилганидек, узунлик бўйича йўқотилган напор h_{y3} суюқлик билан у ҳаракат қилаётган ўзаннинг деворлари орасида бўладиган ишқаланиш натижасида вужудга келади. Демак, h_{y3} нинг қиймати ўрганилаётган оқим узунлигига, суюқликнинг оқиш тезлигига ҳамда очиқ ўзанларда эса гидравлик радиусга, қувурда эса унинг диаметрига боғлиқ бўлади.

Мана шу фикрга асосланиб, очиқ ўзанлар учун h_{y3} ни аниқлашда қуйидаги ифодадан фойдаланамиз:

$$h_{y3} = \lambda \frac{l}{4R} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g}, \quad (10.6)$$

бу ерда λ – ишқаланиш коэффициенти ёки Дарси коэффициенти, l – ўрганилаётган оқимнинг узунлиги, \mathcal{G} – ўрганилаётган оқимнинг ўртача тезлиги, R – гидравлик радиус, g – эркин тушиш тезланиши.

Юқоридаги ифодани ҳам ламинар, ҳам турбулент режимли ҳаракатлар учун қўллаш мумкин. Фақат ҳаракат режимига боғлиқ ҳолда λ нинг қиймати турлича бўлади.

Ушбу ифодани қувурлар учун кўрайлик. Бунда гидравлик радиус R ни диаметр d билан алмаштириш лозим,

яъни $R = \frac{d}{4}$ эканлигини ҳисобга оламиз. Ҳақиқатан ҳам $R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\pi \cdot r^2}{2\pi \cdot r} = \frac{r}{2} = \frac{d}{4}$, бу ерда ω - қувур

кўндаланг кесимининг юзаси, χ - қувурнинг намланган периметри, r – қувур кўндаланг кесимининг радиуси, d – қувурнинг диаметри. Шу ҳолатни ҳисобга олсак, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напор қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$h_{y3} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g}. \quad (10.7)$$

Юқоридаги келтирилган (10.6) ва (10.7) ифодалар Дарси-Вейсбах ифодаси деб аталади. Улардаги ўлчам бирлигига эга бўлмаган катталикларни қуйидагича белгилаймиз:

$$\xi_{y3} = \lambda \frac{l}{4R} = \lambda \frac{l}{d}. \quad (10.8)$$

У ҳолда текис ҳаракатдаги суюқликлар учун оқим узунлиги йўқотилган напорнинг қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$h_{y3} = \xi_{y3} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g}, \quad (10.9)$$

бу ерда ξ_{y3} – узунликка боғлиқ бўлган қаршилик коэффициенти (коэффициент сопротивления по длине потока).

Юқоридаги ифодалар билан h_{y3} ни ҳисоблашда λ нинг сонли қийматини аниқлаш талаб этилади. У эса кўпгина омиларга, жумладан, суюқлик ҳаракатининг режимига, ўзаннинг ғадир-будирлигига боғлиқдир.

Очиқ ўзанлар учун λ нинг қийматини аниқлашни кейинроқ кўрамиз. Қуйида унинг қийматини напорли қувурлар учун аниқлаш билан чегараланамиз.

Кўпгина назарий ва амалий текширишлар натижасида ламинар режимли ҳаракатда λ ни ҳисоблаш учун қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкинлиги исботланган: $\lambda_n = \frac{64}{\text{Re}}$, бу ерда $\text{Re} = \frac{\mathcal{G} \cdot d}{\nu}$ эканлигини ҳисобга

олсак, $\lambda_n = \frac{64\nu}{\mathcal{G} \cdot d}$ қийматга тенг бўлади. λ_n нинг ушбу қийматини (10.7) ифодага қўямиз:

$$h_{y3} = \frac{64\nu}{g \cdot d} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} = \frac{32\nu}{g} \cdot \frac{g}{d^2} \cdot l. \quad (10.10)$$

Охирги ифоданинг маъноси қуйидагича: ламинар режимли ҳаракатда h_{y3} тезликнинг биринчи даражасига пропорционал бўлиб, қувур ички деворининг ғадир-будирлигига боғлиқ эмас.

Турбулент режимли ҳаракатдаги суюқлик оқими учун λ нинг қийматини аниқлашда қуйидаги ифодалар таклиф этилади:

Т.р.	Муаллифлар	Ифода	Қўлланиш чегараси
1	Блазиус	$\lambda_T = 0,3164 \cdot \text{Re}^{-0,25}$	Текис қувур, $2320 < \text{Re} \leq 50000$
2	Конаков	$\lambda_T = \frac{1}{(1,8 \lg \text{Re} - 1,5)^2}$	Текис қувур, $2320 < \text{Re} \leq 70000 - 100000$
3	Никурадзе	$\frac{1}{\sqrt{\lambda_T}} = 2 \lg \frac{\text{Re} \sqrt{\lambda_T}}{2,51}$	Текис қувур, $2320 < \text{Re} \leq 70000 - 100000$
4	Конаков	$\lambda_T = \frac{0,25}{(\lg \frac{3,7d}{\Delta})^2}$	Ғадир-будур (шереховатый) қувурлар учун
5	Теплов	$\frac{1}{\lambda_T} = 1,8 \lg \frac{d}{\Delta} + 2,73$	Ғадир-будур (шереховатый) қувурлар учун
6	Никурадзе	$\frac{1}{\sqrt{\lambda_T}} = 2 \lg \frac{2}{\Delta} + 1,74$	Ғадир-будур (шереховатый) қувурлар учун
7	Шевелев	$\lambda_T = \frac{0,021}{d^{0,3}}$	

Изоҳ: Δ - қувур ички девори бўртиқларининг баландлиги, у абсолют ғадир-будурлик деб номланади.

Жойда йўқотилган напор (Местные потери напора). Олдинги дарсларимизда айтилганидек, жойда йўқотилган напор қувурларнинг айрим қисмларида, жумладан тирсақларда, кранларда, вентилларда, қувур диаметри кескин ўзгарган жойларда кузатилади ва ҳаракатга бўлган қаршилик натижасида намоён бўлади. Жойда йўқотилган напор h_m билан белгиланади ва қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$h_m = \xi_m \cdot \frac{g^2}{2g}, \quad (10.11)$$

бу ерда: ξ_m – маҳаллий қаршилик коэффициенти (коэффициент местного сопротивления) деб аталади. У махсус ифодалар ва жадваллар ёрдамида аниқланади.

Биз маҳаллий қаршилик коэффициенти ξ_m ни аниқлаш учун қуйидаги жадвални келтириш билан кифояланамиз.

10.1 – жадвал

Маҳаллий қаршилик коэффициенти ξ_m нинг қийматлари

Қаршилик тури	Чизмаси	ξ_m	Изоҳ
Қувурага кириш		0,5	
Қувурдан чиқиш		0,1	
Вентиль		0,1 ÷ 7,0	
Пропкали кран		α бурчакка боғлиқ	α 5^0 10^0 20^0 30^0 ξ 0,05; 0,29; 1,56; 5,47 α 50^0 82^0 ξ 52,6; ∞

Йўқотилган напорнинг умумий қийматини топиш ифодаси (Формула для расчета общей потери напора). Маълумки, ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгламаси қуйидаги кўринишда эди:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f . \quad (10.12)$$

Ушбу тенгламадаги h_f йўқотилган напорнинг умумий қийматини ифодалайди ва юқорида кайд этилганидек, қуйидагича аниқланади: $h_f = h_{y3} + h_m$, белгилашлар юқорида кўрсатилган. Мазкур тенгликдаги h_{y3} ва h_m ларнинг юқорида келтирилган қийматларини ҳисобга олиб, қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$h_f = \xi_{y3} \frac{g^2}{2g} + \xi_m \frac{g^2}{2g} . \quad (10.13)$$

Ўрганилаётган оқимнинг тезлиги g ни ўзгармас деб қабул қилсак, (10.13) ифодани қуйидагича ихчамлаштириш мумкин:

$$h_f = (\xi_{y3} + \xi_m) \frac{g^2}{2g} . \quad (10.14)$$

Ушбу ифодага қуйидагича белгилаш киритамиз: $\Sigma \xi = \xi_{y3} + \xi_m$ ва (10.14) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$h_f = \Sigma \xi \frac{g^2}{2g} , \quad (10.15)$$

бу ерда $\Sigma \xi$ – системанинг қаршилик коэффициентлари (коэффициент сопротивления системы) деб аталади.

Демак, h_f ни ҳисоблашда тизим (система)да мавжуд бўлган барча маҳаллий ва узунлик бўйича қаршиликлар коэффициентлари йиғиндисини тезлик напорига кўпайтириш лозим.

Синов саволлари:

1. Гидравлик қаршилик нима ва у қандай кўринишларда кузатилади?
2. Маҳаллий гидравлик қаршилик қаерларда кузатилади?
3. Оқим узунлиги бўйича кўрсатиладиган гидравлик қаршилик қандай намоён бўлади?
4. Реал суюқликлар оқими учун Бернулли тенгласини эсланг.
5. Умумий йўқотилган напор ва уни тажрибада аниқлаш усулларини биласизми?
6. Умумий йўқотилган напор қандай таъкил этувчилардан иборат?
7. Узунлик бўйича кўрсатилган қаршилик тўфайли йўқотилган напор қандай ҳисобланади?
8. Маҳаллий қаршилик тўфайли йўқотилган напорни ҳисоблаш ифодасини биласизми?
9. Йўқотилган напорнинг умумий қиймати қандай ҳисобланади?

11-маъруза

Узун ва қисқа напорли қувурларни гидравлик ҳисоблаш

Режа:

1. Мавзунинг мақсади;
2. Узун ва қисқа қувурлар ҳақида тушунчалар;
3. Оддий ва мураккаб тизимли қувурлар;
4. Узун қувурларни ҳисоблашда аниқланиши талаб этиладиган асосий гидравлик катталиклар;
5. Узунлик бўйича йўқотилган напорни ҳисоблашнинг умумий ифодаси;
6. Қувурда сувнинг оқиши тезлигини ҳисоблаш ифодаси;
7. Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
8. Қувурларда узунлик бўйича йўқотилган напорни ҳисоблаш ифодаси;
9. Узун қувурларни ҳисоблашга оид масалаларнинг типлари;
 - 1-типга оид масала;
 - 2-типга оид масала;
 - 3-типга оид масала;
10. Қувурларни гидравлик ҳисоблаш усулларида амалда фойдаланиши;
11. Қисқа қувурларни гидравлик ҳисоблаш;
 - 11.1. Дюкерни гидравлик ҳисоблаш;
 - 11.2. Сифонни гидравлик ҳисоблаш.

Мавзунинг мақсади. Мавзунинг мақсади талабаларни узун қувурларни гидравлик ҳисоблашларда фойдаланиладиган ифодалар ҳамда узун қувурларни ҳисоблашга оид турли типдаги масалаларнинг ечиши йўллари билан таништиришдир.

Узун ва қисқа қувурлар ҳақида тушунчалар. Узунлиги 100 м дан ортик бўлган қувурлар шартли равишда узун қувурлар деб қабул қилинади. Уларда напор йўқотилиши асосан қувур узунлиги бўйича кузатилади. Напорнинг маҳаллий йўқотилиши эса ҳисобга олинмайди ёки ҳисобга олинган тақдирда ҳам унинг қиймати узунлик бўйича йўқотилган напорнинг 5-10 % ига тенг деб қабул қилинади.

Узун қувурларга ичимлик сув таъминоти, иссиқлик таъминоти тармоқлари, насос станциялари, ГЭСларга сув келтирадиган қувурлар мисол бўлади.

Қисқа қувурлардан ҳам амалиётда кенг фойдаланилади. Уларга сифон, дюкер каби сув техник иншоотлари мисол бўлади.

Оддий ва мураккаб тизимли қувурлар. Узун қувурлар гидравлик схемасига кўра икки турга бўлинади: а) оддий; б) мураккаб.

Оддий қувурлар ҳеч қандай тармоққа бўлинмайди (11.1 - расм).

Уларда сув сарфи (Q) ва қувурнинг диаметри (d) узунлик бўйича бир хил қийматларга эга бўлади. Сув манбаидан сув тўплаш иншооти – сув омборигача сув узатадиган қувурлар, тармоққа эга бўлмаган магистрал сув қувурлари мисол бўлади.

Мураккаб қувурлар тизими оддий қувурларнинг қўшилишидан ташкил топган бўлади (11.2 - расм). Масалан, ичимлик сув таъминоти, иссиқлик таъминоти тармоқлари ва бошқалар мураккаб қувурларга мисол бўлади.

Узун қувурларни ҳисоблашда аниқланиши талаб этиладиган асосий гидравлик катталиклар. Узун қувурларни ҳисоблашда аниқланиши талаб этиладиган асосий гидравлик катталиклар қуйидагилардан иборат:

- 1) қувур узунлиги бўйича йўқотилган напор – h_{y3} ;
- 2) қувурнинг диаметри – d ;
- 3) қувурдаги сув сарфи – Q .

Қуйида мана шу элементларни ҳисоблаш ифодалари билан танишамиз.

Бунинг учун оддий сув қувурини кўрайлик (11.3 - расм). Бундай қувурларда напорнинг маҳаллий йўқотилиши жуда кичик бўлади ва шунинг учун уни ҳисобга олмаймиз. Демак, мавжуд напор H қувурда унинг узунлиги бўйича кўрсатиладиган қаршилиқни энгишга сарф бўлади, яъни:

$$H = h_{y3}. \quad (11.1)$$

Шези ифодасини келтириб чиқариш. Напорли оддий қувурда унинг диаметри ва ундаги сув сарфи ўзгармас бўлса, текис ҳаракат кузатилади. Бундай ҳолатда узунлик бўйича йўқотилган напор Дарси ифодаси ёрдамида ҳисобланади:

$$h_{y3} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g} \quad \text{ёки} \quad h_{y3} = \lambda \frac{l}{4R} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g}, \quad (11.2)$$

бу ерда: λ - Дарси коэффиценти, l - қувурнинг узунлиги, d - қувурнинг диаметри, \mathcal{G} - қувурдаги сувнинг оқиш тезлиги, R - гидравлик радиус, g - эркин тушиш тезланиши.

Юқорида келтирилган охириги тенгликнинг ҳар икки томонини l га бўлсак ва $h_{y3} / l = i_2$ эканлигини ҳисобга олиб қуйидагича ёзамиз:

$$\frac{h_{y3}}{l} = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g} \quad \text{ёки} \quad i_2 = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g}. \quad (11.3)$$

Охириги тенгликни тезликка нисбатан ечиб, $\sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = C$ деб оламиз ва қуйидагича ёзамиз: $\mathcal{G}^2 = \frac{4R \cdot 2g}{\lambda} \cdot i_2$

ёки $\mathcal{G} = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \cdot \sqrt{R \cdot i_2}$ бўлади. Бу ерда C - Шези коэффиценти деб аталади. Унинг юқорида келтирилган қийматини ҳисобга олиб, тезликни ҳисоблаш учун француз олими А.Шези таклиф этган қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$\mathcal{G} = C \cdot \sqrt{R \cdot i_2}, \quad (11.4)$$

бу ерда: R – гидравлик радиус, i_2 – гидравлик нишаблик.

Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Қувурда сувнинг оқиш тезлиги маълум бўлса, сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Q = \omega \cdot \mathcal{G} = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i_2}. \quad (11.5)$$

Қувурларда узунлик бўйича йўқотилган напорни ҳисоблаш ифодаси. Охириги ифодада $\omega \cdot C \cdot \sqrt{R} = K$ деб қабул қиламиз, бу ерда K қувурнинг сув сарфи характеристикаси деб аталади. Ушбу ифодада $i_2 = \frac{h_{y3}}{l}$ эканлигини

ҳисобга олиб қуйидагича ёзамиз: $Q = K \sqrt{\frac{h_{юз}}{l}}$. Шу ифодани $h_{юз}$ га нисбатан ечиб, $1/K^2 = A$, яъни қувурнинг солиштирма қаршилиги деб қабул қиламиз:

$$h_{юз} = Q^2 \frac{l}{K^2} \text{ ёки } h_{юз} = A \cdot l \cdot Q^2. \quad (11.6)$$

Юқоридаги ифодалардан амалиётда фойдаланилганда λ , C , K ва A ларнинг қийматларини аниқлашга тўғри келади. Бунда улар орасидаги қуйидаги боғланишлардан фойдаланилади: $A = f(K)$, $K = f(C, d)$, $C = f(\lambda)$.

Дарси коэффициентини λ ва Шези коэффициентини C ларни тегишли ифодалар ёрдамида ҳам ҳисоблаш мумкин. Олдинги дарсларда λ ни ҳисоблаш ифодалари берилган. Шези коэффициентини C ни ҳисоблаш учун эса қуйидаги ифодалар таклиф этилади:

а) Форхгеймер ифодаси: $C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{5}}$,

б) Маннинг ифодаси: $C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$,

в) Павловский ифодаси: $C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{7}}$.

Ушбу ифодалардаги n – гадир-будирлик коэффициентини бўлиб, қувурлар учун $n = 0,011 - 0,017$ оралиқдаги қийматларни қабул қилади. Шунингдек, Шези коэффициентини C ни аниқлаш учун Н.Н.Павловский ифодаси асосида R ва n нинг турли қийматлари учун махсус жадвал тузилган.

Узун қувурларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг типлари. Узун қувурларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларни қуйидаги уч типга ажратамиз:

1-тип. Ушбу типга оид масалаларда қувурнинг диаметри (d), қувурнинг узунлиги (l) ва қувурда оқиш мумкин бўлган сув сарфи (Q) маълум бўлади. Узунлик бўйича йўқотилган напор ($h_{юз}$) ни ҳисоблаш талаб этилади;

2-тип. Мазкур типдаги масалаларда қувурнинг диаметри (d), қувурнинг узунлиги (l) ёки гидравлик нишаблик (i_2) берилган бўлади. Қувурда оқиши мумкин бўлган сув сарфини ҳисоблаш талаб этилади;

3-тип. Бу типга оид масалаларда қувурда оқиш мумкин бўлган сув сарфи (Q), қувурнинг узунлиги (l) ва узунлик бўйича йўқотилган напор ($h_{юз}$) ёки гидравлик нишаблик (i_2) маълум бўлади. Қувурнинг диаметри (d) ни ҳисоблаш талаб этилади.

Қувурларни гидравлик ҳисоблаш усулларида амалиётда фойдаланиши. Қувурларни гидравлик ҳисоблаш усулларида ичимлик сув таъминоти, иссиқлик таъминоти, замонавий суғориш тизимларини лойиҳалаш ва уларни амалиётга қўллашда кенг фойдаланилади.

Масалалар:

1-тип. Диаметри $d = 150$ мм, узунлиги $l = 2000$ м бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $Q = 7$ л/с бўлса, узунлик бўйича йўқотилган напор ($h_{юз}$) ни ҳисобланг.

2-тип. Диаметри $d = 200$ мм, узунлиги $l = 800$ м бўлган қувурда узунлик бўйича йўқотилган напор $h_{юз} = 6,75$ м га тенг бўлса, қувурдан оқаётган сув сарфи (Q) ни аниқланг.

3-тип. Қувурдан оқаётган сув сарфи $Q = 10$ л/с, унда узунлик бўйича йўқотилган напор $h_{юз} = 14$ м ва қувурнинг узунлиги $l = 1200$ м га тенг бўлса, қувурнинг диаметри (d) ни аниқланг.

11.1 - жадвал

Турли ўлчамдаги қувурларнинг солиштирма қаршилиги (A) ва сув сарфи характеристикалари (K)

Диаметр, d , мм	A , $\text{с}^2/\text{м}^6$	K , $\text{м}^3/\text{сек}$	Диаметр, d , мм	A , $\text{с}^2/\text{м}^6$	K , $\text{м}^3/\text{сек}$
12,5	32950000	0,000174	250	2,752	0,595
15,75	8809000	0,000334	253	2,583	0,622
21,25	1643000	0,000779	279	1,535	0,81
27,00	436700	0,00152	300	1,025	0,986
35,75	93860	0,00325	305	0,9392	1,035
41,00	44530	0,00475	331	0,6088	1,3
50,00	15190	0,0081	350	0,4529	1,49
53	11080	0,00945	357	0,4078	1,57
68	2893	0,0186	400	0,2232	2,12

75	1709	0,0242	406	0,2062	2,21
80,50	1168	0,0293	450	0,1195	2,9
100	365,3	0,0525	458	0,1089	3,04
106	267,4	0,061	500	0,06838	3,8
125	110,8	0,095	509	0,06222	4,0
126	106,2	0,097	600	0,02602	6,2
131	86,29	0,108	610	0,02384	6,6
148	44,95	0,149	700	0,01150	9,35
150	41,85	0,155	800	0,005665	13,35
156	33,95	0,172	900	0,003034	18,1
174	8,96	0,23	1000	0,001736	24,0
199	9,273	0,328	1200	0,0006605	39,0
200	9,020	0,34	1400	0,0002918	58,6
225	4,822	0,456			

Қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар (Расчет коротких трубопроводов). Қисқа қувурларда напорнинг узунлик бўйича йўқотилишини ҳам, жойдаги йўқотилишини ҳам ҳисобга олиш керак. Қуйида қисқа қувурларга мансуб бўлган ва сув хўжалиги амалиётида кенг қўлланиладиган дюкер ва сифонни гидравлик ҳисоблаш усули билан танишамиз.

1. Дюкерна гидравлик ҳисоблаш (11.4 - расм). Дюкер учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f.$$

Тенгламани таҳлил этамиз:

$$1) \mathcal{G}_1 = \mathcal{G}_2$$

$$2) \frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma};$$

$$3) z_1 - z_2 = h_f$$

Ушбу хулосалар асосида h_f ни қуйидагича аниқлаймиз

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2g} + (\xi_k + 2\xi_m + \xi_v) \frac{\mathcal{G}^2}{2g},$$

бу ерда: ξ_k ва ξ_v - дюкерга кириш ва чиқишдаги маҳаллий қаршилик коэффициентлари, ξ_m - дюкернинг тирсакларидаги маҳаллий қаршилик коэффициентлари.

Демак, юқоридаги ифодадан кўриниб турибдики, дюкердан сув оқиб ўтишини кафолатлаш учун h_f ни аниқ ҳисоблаб лозим ва у $h_f < z_1 - z_2$ шартини бажариши лозим.

2. Сифонни гидравлик ҳисоблаш (11.5 - расм).

Сифонни ишлаш тамойили чўққида вакуум ҳосил бўлишига асосланган. Сифондан оқиб ўтадиган суюқлик сарфи вакуум микдорига, чўққининг баландлигига ва сифон тизимида йўқотилган напорга боғлиқ.

Сифон учун Бернулли тенгламаси:

$$\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_f.$$

Ушбу ифодани таҳлил қиламиз:

$$1) \mathcal{G}_1 \approx 0$$

$$2) \frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma};$$

$$3) \mathcal{G}_2 = \mathcal{G};$$

Шуларни ҳисобга оламиз:

$$\frac{P_a}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_f;$$

$$\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} + z_1 - z_2 - h_f;$$

$$\frac{P_2}{\gamma} < \frac{P_a}{\gamma} \{ P_g = P_a - P_r; \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a - P_2}{\gamma} = \frac{P_g}{\gamma};$$

$$\frac{\alpha \cdot g^2}{2g} = \frac{P_g}{\gamma} - (z_2 - z_1) - h_f \text{ шарти бажарилганда сифонда суюқлик ҳаракатга келади ва у ўз вазифасини}$$

бажара бошлайди.

Синов саволлари:

1. Узун ва қисқа қувурлар ҳақида нималарни биласиз?
2. Оддий ва мураккаб тизимли қувурларнинг фарқи нимада?
3. Узун қувурларни ҳисоблашда аниқланиши талаб этиладиган асосий гидравлик катталикларни биласизми?
4. Узунлик бўйича йўқотилган напорни ҳисоблашнинг умумий ифодасини ёзиб беринг.
5. Қувурда сувнинг оқши тезлигини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишида бўлади?
6. Сув сарфини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
7. Узун қувурларда узунлик бўйича йўқотилган напорни ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишида бўлади?
8. Узун қувурларни гидравлик ҳисоблашга оид масалалар нечта типга бўлинади?
9. 1-типга оид масалада қандай гидравлик катталиклар аниқланади?
10. 2-типга оид масалада нималар берилган бўлади?
11. 3-типга оид масалани қандай ҳолатларда қўллаш мумкин?
12. Қувурларни гидравлик ҳисоблаш усулларида амалиётда фойдаланиш имкониятларига мисоллар келтиринг.
13. Дюкерни гидравлик ҳисоблаш қандай амалга оширилади?
14. Сифонни гидравлик ҳисоблашда қандай катталиклар зарур бўлади?

12 - маъруза

Напорли қувурларда гидравлик зарба (тепки)

Режа:

1. Гидравлик зарба ва уни вужудга келтирувчи омиллар;
2. Гидравлик зарбанинг турлари;
 - 2.1. Мусбат гидравлик зарба;
 - 2.2. Манфий гидравлик зарба;
3. Гидравлик зарба назарияси;
4. Қувурда мусбат гидравлик зарба шароитида босимнинг ортиши ва уни ҳисоблаш ифодаси;
5. Гидравлик зарба тўлқинининг тарқалиши тезлигини ҳисоблаш.

Суюқлик ҳаракатланаётган напорли қувурларда тезликнинг кескин ўзгариши, яъни ортиши ёки камайиши, гидродинамик босимнинг ҳам кескин ўзгаришига олиб келади. Натижада қувурларда *гидравлик зарба* кузатилади.

Гидравлик зарба икки турда бўлади:

- 1) мусбат гидравлик зарба;
- 2) манфий гидравлик зарба.

Мусбат гидравлик зарба гидроэлектростанция (ГЭС) ларда турбина тўсатдан тўхтаб қолганда, насос ишламай қолганда, беркитгич (задвижка) тез беркитилганда кузатилади. Шундай ҳолатда тезликнинг кескин камайиши босимнинг жуда катта қийматда кескин ортишига олиб келади. Натижада қувурда ҳалокат (авария) бўлиши мумкин. Бундай ҳодиса айниқса узун қувурларда жуда хавфлидир. Чунки, гидравлик зарба натижасида катта ҳажмдаги суюқлик массаси жуда катта тезлик билан ҳаракатланади. Бу эса қувурнинг ёрилишига ёки бошқа салбий ҳолатларга сабаб бўлиши мумкин.

Манфий гидравлик зарба беркитгич жуда тез очилганда кузатилади. Бу ҳолатда тезликнинг кескин ортиши босимнинг кескин камайиб кетишига олиб келади. Натижада вакуум ҳосил бўлади. Бу жараён ҳам қувур тизимида катта зиён келтириши мумкин.

Гидравлик зарба назарияси биринчи марта 1898 йилда рус олими Н.Е. Жуковский томонидан ўрганилган.

Қуйида амалиётда нисбатан кенг ўрганилган мусбат гидравлик зарба билан танишамиз. Тўғри чизиқли горизонтал жойлашган напорли қувур берилган бўлсин (12.1 - расм).

Қувур напор ҳосил қилувчи идишга туташтирилган ва беркитгич билан беркитилган. Қуйидаги белгилашларни киритамиз: H – идишдаги напор, таъкидлаш лозимки, $H = \text{const}$ шарти бажарилади, l – қувурнинг узунлиги, d – қувурнинг диаметри бўлсин.

Беркитгични тез беркитсак, қувурда тезлик кескин камайди, гидродинамик босим эса кескин ортади. Ушбу жараёндаги гидравлик катталикларни қуйидагича белгилаймиз: P – беркитгич очик бўлгандаги босим, g – беркитгич очик бўлгандаги тезлик, P_1 – беркитгич кескин беркитила бошлагандаги, лекин тўлиқ

беркитилмагандаги босим, \mathcal{G}_1 – беркитгич кескин беркитила бошлагандаги, лекин тўлиқ беркитилмагандаги тезлик, Δt – беркитгични беркитиш учун кетган вақт бўлсин.

Кувурда босимнинг ортиши (ΔP) Н.Е.Жуковский таклиф этган куйидаги ифода билан аниқланади:

$$\Delta P = P_1 - P = \frac{\gamma \cdot c}{g} (\mathcal{G} - \mathcal{G}_1), \quad (12.1)$$

бу ерда: γ – суюқликнинг солиштирма оғирлиги, g – эркин тушиш тезланиши, c – зарба тўлқинининг тарқалиш тезлиги, $\Delta P \cdot \Delta t$ – импульсни ифодалайди ва куйидагича аниқланади:

$$\Delta P \cdot \Delta t = \Delta(m \cdot \mathcal{G}) = m \cdot \Delta \mathcal{G}, \quad (12.2)$$

бу ерда, $\Delta \mathcal{G} = \mathcal{G} - \mathcal{G}_1$, агар $\mathcal{G}_1 = 0$ бўлса, $\Delta \mathcal{G} = \mathcal{G}$ бўлади. У холда (12.2) ифодани куйидагича ёзишимиз мумкин:

$$\Delta P \cdot \Delta t = m \cdot \mathcal{G}, \quad (12.3)$$

бу ерда, m – суюқликнинг массаси.

Дастлабки маърузаларда баён қилинганларга асосан, $m = \omega \cdot l \cdot \rho = V \cdot \rho$ эканлигини ҳисобга олиб, юқоридаги (12.3) ифодани куйидагича ёзамиз:

$$\Delta P \cdot \Delta t = \omega \cdot l \cdot \rho \cdot \mathcal{G}, \quad (12.4)$$

бу ерда: ω – кувурнинг кўндаланг кесими юзаси, l – кувурнинг узунлиги, ρ – суюқликнинг зичлиги, V – суюқликнинг ҳажми.

Охириги ифодадаги зичлик ρ ни солиштирма оғирлик γ орқали ифодалаймиз, яъни $\rho = \frac{\gamma}{g}$ эканлигини ҳисобга олиб, куйидагига эга бўламиз:

$$\Delta P \cdot \Delta t = \omega \cdot l \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \mathcal{G}. \quad (12.5)$$

Охириги ифодани $\omega \cdot \gamma \cdot \Delta t$ кўпайтмага бўламиз:

$$\frac{\Delta P}{\omega \cdot \gamma} = \frac{l}{\Delta t} \cdot \frac{\mathcal{G}}{g}. \quad (12.5)$$

Бу ерда $\frac{\Delta P}{\gamma} = \Delta p$ эканлигини ҳисобга олиб, куйидагича ёзамиз:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{l}{\Delta t} \cdot \frac{\mathcal{G}}{g}. \quad (12.6)$$

Бу ерда $\frac{l}{\Delta t} = c$ бўлгани учун куйидаги ифодаларга эга бўламиз:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{c \cdot \mathcal{G}}{g} \quad \text{ёки} \quad \Delta p = \frac{\gamma \cdot c}{g} \cdot \mathcal{G}. \quad (12.7)$$

Бу ифода мусбат гидравлик зарба шароитида гидродинамик босим ортишини ҳисоблаш учун дастлаб Н.Е.Жуковский томонидан таклиф этилган. Юқорида қайд этилганидек c – гидравлик зарба натижасида ҳосил бўлган тўлқиннинг тарқалиш тезлигини ифодалайди. Эластик бўлмаган, яъни деформацияланмайдиган кувурларда $c = 1435$ м/с га тенг деб қабул қилинган.

Маълумки, барча кувурларда кичик бўлса ҳам эластиклик мавжуддир. Шунинг учун ҳам деформация натижасида тезлик 1000 м/с гача камаяди.

Гидравлик зарбадан қутилиш йўллари куйидагича:

- 1) кувур беркитгичларини секин-аста беркитиш;
- 2) кувурларда суюқликлар ҳаракатини катта тезликларсиз амалга ошириш;
- 3) гидравлик зарбадан сақловчи клапанлардан фойдаланиш;
- 4) ҳаво ёстиқчаларидан фойдаланиш;
- 5) кувурлар узунлигини чегаралаш ва ҳоказо.

Таъкидлаш лозимки, гидравлик зарба тўлқинининг тарқалиш тезлиги c суюқликнинг турига, кувурнинг материалига, унинг диаметрига ва кувур деворининг қалинлигига боғлиқ бўлиб, куйидаги ифода билан аниқланади:

$$c = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{d}{\delta} \cdot \frac{K_e}{E}}} = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{d}{\delta} \cdot a}}, \quad (12.8)$$

бу ерда, d – кувурнинг ички диаметри, м; δ – кувур деворининг қалинлиги, м; K_e – сувнинг эластиклик модули, кг/м²; E – кувур материалининг эластиклик модули, кг/м²; $a = \frac{K_e}{E}$, бу нисбат бир хил материалдан тайёрланган кувурларда ўзгармас бўлади. Унинг қиймати куйидаги жадвалда келтирилган.

Айрим суюқликлар ва қувурлар материалнинг эластиклик модуллари

Суюқлик, қувур материали	K , кг/м ²	E , кг/м ²	$a = \frac{K_e}{E}$
Сув	$2,1 \cdot 10^8$		
Нефть	$1,35 \cdot 10^8$		
Чуян		$1 \cdot 10^{10}$	0,021
Пўлат		$2,1 \cdot 10^{10}$	0,01
Бетон		$2 \cdot 10^9$	0,105
Ёғоч		$1 \cdot 10^9$	0,21
Асбестоцемент		$2,16 \cdot 10^9$	0097

Юқорида келтирилган ифодадан кўриниб турибдики, гидравлик зарба тўлкинининг тарқалиш тезлиги c ни қувур диаметри, қувур деворининг қалинлиги ҳамда эластиклик модулларига боғлиқ ҳолда ҳисоблаш мумкин.

Синов саволлари:

1. Гидравлик зарба ва у қандай шароитда вужудга келади?
2. Гидравлик зарбанинг қандай турларини биласиз?
3. Мусбат гидравлик зарба қандай намоён бўлади?
4. Манфий гидравлик зарба нима ва у мусбат гидравлик зарбадан қандай фарқ қилади?
5. Гидравлик зарба назарияси ким томонидан яратилган?
6. Қувурда мусбат гидравлик зарба шароитида босимнинг ортишини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
7. Гидравлик зарба тўлкинининг тарқалиш тезлиги қандай ифода ёрдамида ҳисобланади?

13 - маъруза**Очиқ ўзанларда текис ҳаракат, текис ҳаракат тенгламаси****Режа:**

1. Очиқ ўзанлар ҳақида;
2. Очиқ ўзанларда нишаблик турлари;
3. Очиқ ўзанларда текис ҳаракат шартлари;
4. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси;
- 4.1. Бернулли тенгламаси;
- 4.2. Тенгламанинг таҳлили;
- 4.3. Текис ҳаракат тенгламаси;
5. Очиқ ўзанларда текис ҳаракатда тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари;
- 5.1. Тезликни ҳисоблаш ифодаси;
- 5.2. Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
6. Шези коэффициентини ва уни ҳисоблаш ифодалари;

Очиқ ўзанлар ҳақида. Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракати оғирлик кучи таъсирида вужудга келади. Очиқ ўзанлар табиий ва сунъий ўзанларга бўлинади.

Табиий ўзанларга дарёлар, сойлар мисол бўлади. Уларнинг асосий хусусияти шундаки, ўзаннинг жонли кесма майдони оқим узунлиги бўйича турли геометрик шаклларда бўлади.

Сунъий ўзанларга каналлар, коллектор - зовурлар, новлар, ариқлар мисол бўлади. Уларда жонли кесма майдони кўпчилик ҳолларда оқим узунлиги бўйича бир хил кўринишда ва бир хил юзага эга бўлади.

Очиқ ўзанларда нишаблик турлари. Очиқ ўзанларда нишабликнинг қуйидаги турлари бир-бирдан фарқ қилади (13.1 - расм):

- 1) ўзан туби нишаблиги (i);
- 2) пьезометрик нишаблик (i_p);
- 3) гидравлик нишаблик (i_r).

Ўзан туби нишаблиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$i = \frac{Z_1 - Z_2}{l} = \frac{\Delta h}{l}, \quad (13.1)$$

бу ерда: $Z_1 - Z_2 = \Delta h$ бўлиб, бир-бирдан l масофада жойлашган қирқимлар орасидаги геодезик баландликлар фарқини ифодалайди;

Пьезометрик нишабликни қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$i_p = \frac{\left(\frac{P_1}{\gamma} + Z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\gamma} + Z_2\right)}{l}, \quad (13.2)$$

бу ерда очик бўлганлиги учун $P_1 = P_2 = P_a$ бўлади, яъни эркин юзаларга атмосфера босими таъсир этади. Шу ҳолат ҳисобга олинса, (13.2) ифода (13.1) кўринишга келади.

Гидравлик нишаблик назарий жиҳатдан қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$i_z = \frac{\left(\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 \right) - \left(\frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 \right)}{l}. \quad (13.3)$$

Юқоридаги ифодада ϑ_1 ва ϑ_2 қирқимлардаги тезликларни ифодалайди, текис ҳаракат шароитида улар ўзаро тенг бўлади. Натижада (13.3) ифода ҳам (13.1) ни акс эттиради.

Очиқ ўзанларда текис ҳаракат шартлари. Маълумки, қувурларда текис ҳаракатда қуйидаги шартлар бажарилиши лозим эди: оқим узунлиги бўйича жонли кесма майдони (ω) ҳамда тезлик (ϑ) ўзгармас бўлиши керак эди. Гап очик ўзанлар устида кетадиган бўлса, юқоридагиларга қўшимча қилиб, қуйидаги икки шартни киритамиз:

- 1) оқим узунлиги бўйича $h = \text{Const}$;
- 2) оқим узунлиги бўйича ўзан туби нишаблиги $i = \text{Const}$ бўлиши керак.

Юқоридаги шартлар тўла бажарилганда сув сатҳи нишаблиги ёки пьезометрик нишаблик (i_p) ўзан туби нишаблиги (i) га тенг, яъни $i = i_p$ бўлади.

Маълумки, қувурларда текис ҳаракат кузатилганда пьезометрик нишаблик (i_p) гидравлик нишаблик (i_z) га тенг бўлар эди, яъни $i_z = i_p$ шarti бажарилади.

Демак, очик ўзанларда текис ҳаракат кузатилганда юқорида санаб ўтилган ҳар уч турдаги нишабликлар ўзаро тенг бўлади, яъни $i = i_p = i_z$ шarti бажарилади. Ушбу хулоса ҳисоблашларда i_p ва i_z нишабликлар ўрнига фақатгина i , яъни ўзан туби нишаблигидан фойдаланиш имконини беради.

Ўзан туби нишаблигини аниқлаш эса ҳар икки қирқимлар орасидаги баландликлар фарқини шу қирқимлар орасидаги масофага бўлиш билан амалга оширилади. Юқорида қайд этилган $i = i_p = i_z$ тенгликдан $NN // PP // AB$ эканлиги келиб чиқади, яъни напор чизиғи NN , пьезометрик чизиқ PP ва ўзан туби чизиғи AB бир-бирларига параллел бўлади.

Демак очик ўзанларда текис ҳаракат бўлиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак: $Q = \text{const}$; $\omega = \text{const}$; $\vartheta = \text{const}$; $h = \text{const}$; $i = i_z = i_p$; йўқотилган напор (h_f) фақатгина h_{v3} дан иборат бўлиши керак, яъни $h_f = h_{v3}$. Жойда йўқотилган напор ҳақида эса, гап ҳам бўлиши мумкин эмас.

Амалда юқоридаги шартлар бир вақтда бажарилиши ҳеч қачон кузатилмайди. Доимо маълум бир четлашишлар бўлади. Шундай четлашишларнинг энг кичик қийматлари каналларда ёки новларда бўлиши мумкин. Шуларни ҳисобга олиб, кейинги мавзуларда каналларни гидравлик ҳисоблаш масалалари ёритилади.

Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси. Суоқликлар ҳаракатини ифодалайдиган асосий тенглама Бернулли тенгламасидир. Очиқ ўзанларда сувнинг текис ҳаракати тенгламасини ҳам Бернулли тенгламаси ёрдамида чиқарамиз. Юқорида келтирилган чизманинг ҳар икки қирқимлар билан чегараланган қисми учун Бернулли тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_f. \quad (13.4)$$

Ушбу тенгламани таҳлил этамиз:

- 1) текис ҳаракатда $\vartheta = \text{const}$ эканлиги учун $\vartheta_1 = \vartheta_2$ бўлади;
- 2) очик ўзанларда сув сатҳига атмосфера босими таъсир этади, шу туфайли

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} \text{ бўлади.}$$

Юқоридаги таҳлилларга асосланиб, (13.4) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$Z_1 - Z_2 = h_f. \quad (13.5)$$

Охириги тенгламанинг маъноси қуйидагича:

- 1) очик ўзанларда текис ҳаракат кузатилганда, ҳаракатлантирувчи куч геодезик баландликлар фарқи туфайли вужудга келади;
- 2) шу геодезик баландликлар фарқи туфайли вужудга келган энергия узунлик бўйича кузатиладиган қаршилиқни енгишга кетади.

Ушбу тенглик бузилган тақдирда, суоқлик текис секинланувчан ёки текис тезланувчан ҳаракат қилиши мумкин.

Юқоридаги (13.5) ифоданинг ҳар икки томонини l га бўлсак, яъни $\frac{Z_1 - Z_2}{l} = \frac{h_f}{l}$ тенглик келиб чиқади.

Бу ерда $i = \frac{Z_1 - Z_2}{l}$ ҳамда $i_z = \frac{h_f}{l}$ эканлигини ҳисобга олсак, қуйидаги тенгликка эга бўламиз:

$$i = i_z. \quad (13.6)$$

Охириги ифода очик ўзанлардаги текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси деб аталади.

Очиқ ўзанларда текис ҳаракат шароитида тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари. Дастлаб тезликни ҳисоблаш ифодасини келтириб чиқариш учун олдинги ўтилган мавзуларга муурожаат этамиз. Маълумки, узун қувурлар учун тезлик билан йўқотилган напор (h_{y3}) орасида қуйидагича муносабат мавжуд эди:

$$h_{y3} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}, \quad (13.7)$$

бу ерда: λ - Дарси ёки ишқаланиш коэффициентини, l - қувурнинг узунлиги, d - қувурнинг диаметри, g - қувурда оқаяётган суюқликнинг оқиш тезлиги.

Ушбу ифодадаги d ни гидравлик радиус R орқали ифодалаймиз. Бунинг учун гидравлик радиус R ни жонли кесма майдони ω нинг намланган периметр χ га бўлган нисбати кўринишида ёзамиз: $R = \frac{\omega}{\chi}$. Маълумки, ω

$= \pi \cdot r^2$ ва $\chi = 2\pi \cdot r$ қийматлар билан аниқланади. Демак, $d = 4R$ бўлиб, юқоридаги (13.7) ифодани қуйидаги кўринишда ёзишга имкон беради:

$$h_{y3} = \lambda \frac{l}{4R} \cdot \frac{g^2}{2g}. \quad (13.8)$$

Ушбу тенгликнинг ҳар икки томонини l га бўламиз ҳамда $h_{y3} = h_f$ ва $\frac{h_{y3}}{l} = i$ тенгликларга асосан қуйидагича ёзамиз:

$$i = \lambda \frac{1}{4R} \cdot \frac{g^2}{2g}. \quad (13.9)$$

Ушбу ифодани тезлик g га нисбатан ечамиз ва бунда $\sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = C$ эканлигини ҳисобга олиб, очиқ ўзанларда текис ҳаракат шароитида тезликни ҳисоблашга имкон берадиган Шези ифодасини қуйидагича ёзамиз:

$$g = C\sqrt{R \cdot i}. \quad (13.10)$$

Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Маълумки, сув сарфи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = \omega \cdot g = \omega \cdot C\sqrt{R \cdot i}. \quad (13.11)$$

Бу ерда $K = \omega \cdot C\sqrt{R}$ эканлигини ҳисобга олсак, сув сарфи учун қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$Q = K\sqrt{i}, \quad (13.12)$$

бу ерда K ўзаннинг сув сарфи характеристикаси деб аталади.

Охириги ифода очиқ ўзанларни, айниқса каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларни ечишда жуда катта қулайлик яратади.

Шези коэффициенти ва уни ҳисоблаш ифодалари. Дастлаб, юқорида келтирилган (13.10), яъни Шези ифодасини эслайлик. Бу ифода сувнинг ўртача тезлигини аниқлашга имкон беради. Ушбу ифодадаги нишаблик i ни нивелир ёрдамида, гидравлик радиус R ни эса чуқурлик ўлчаш ишлари натижалари асосида аниқлаш мумкин.

Ифодадаги Шези коэффициенти C ни аниқлаш учун қуйидаги ифодалар таклиф этилади:

I. Даражали кўринишдаги ифодалар:

13.1 - жадвал

№	Муаллифлар	Ифодалар
1	Форхгеймер	$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{5}}$
2	Маннинг	$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$
3	Павловский	$C = \frac{1}{n} R^y$

Ушбу ифодаларда: n - ўзаннинг ғадир-будирлик коэффициенти; y - гидравлик радиус ва n ўзаннинг ғадир-будирлигига боғлиқ коэффициент. Ушбу катталик қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.1). \quad (13.13)$$

Юқоридаги ифодалар асосида C ни аниқлаш учун махсус ҳисоблаш жадваллари тузилган.

II. Логорифмик кўринишдаги ифодалар.

а) Агроскин ифодаси:

$$C = 17,72 (k + \lg R), \quad (13.14)$$

бу ерда k - ғадир-будирликни ҳисобга оладиган параметр бўлиб, $k = \frac{1}{17,72 \cdot n}$ ифода билан аниқланади.

III. *Дастлабки ифодалар.* Бу типдаги ифодалар гидравликнинг дастлабки ривожланиш босқичларида таклиф этилган ва улар ҳозирги кунда бирмунча эскирган ҳисобланади. Уларга мисол сифатида Базен ифодасини келтираемиз:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}, \quad (13.15)$$

бу ерда γ ғадир-будирлик коэффициенти бўлиб, унинг қийматлари n га боғлиқ ҳолда қуйидаги жадвалда келтирилган:

13.2 - жадвал

Ўзан ҳолати	n	γ
Цемент штукатурка	0,010	0,06
Бетонли девор	0,014	0,16
Лёссли ўзан	0,020	0,85
Тупроқ-лойли ўзан	0,025	1,30
Канал ёмон шароитда	0,030	1,75

Синов саволлари:

1. “Очиқ ўзанлар” тушунчасига изоҳ беринг.
2. Табиий ва сунъий очиқ ўзанларга мисоллар келтиринг.
3. Очиқ ўзанларда қандай нишаблик турлари ҳисобга олинади?
4. Нима учун очиқ ўзанларга оид гидравлик ҳисоблашларда ўзан туби нишаблиги эътиборга олинади?
5. Очиқ ўзанларда текис ҳаракат бўлиши учун қандай шартлар бажарилиши лозим?
6. Текис ҳаракат тенгламаси қандай кетма-кетликда чиқарилади?
7. Текис ҳаракат тенгламаси қандай кўринишига эга?
8. Очиқ ўзанларда текис ҳаракат шароитида тезликни ҳисоблаш ифодасини биласизми?
9. Сув сарфи қандай ифода ёрдамида ҳисобланади?
10. Ўзанинг сув сарфи ҳарактеристикаси қандай ҳисобланади?
11. Шези коэффиценти ва уни ҳисоблаш ифодаларини биласизми?
12. Даражали кўринишидаги ифодаларни кимлар таклиф этган?

14 - маъруза

Каналларни гидравлик ҳисоблаш

Режа:

1. Каналлар ва уларнинг турлари;
2. Каналлар кўндаланг кесимининг шакллари;
3. Каналлар кўндаланг кесимининг гидравлик элементлари;
4. Турли шаклдаги кўндаланг кесимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш:
 - 4.1. Трапеция шаклидаги кўндаланг кесим учун;
 - 4.2. Тўғри тўртбурчак шаклидаги кўндаланг кесим учун;
 - 4.3. Учбурчак шаклидаги кўндаланг кесим учун;
 - 4.4. Парабола шаклидаги кўндаланг кесим учун;
5. Каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари;
6. Каналларнинг энг қулай гидравлик кўндаланг кесими.

Каналлар ва уларнинг турлари. Каналлар қуйидаги мақсадларда қурилади:

- а) ирригация;
- б) энергетика;
- в) сув транспорти ва бошқалар.

Каналлар кўндаланг кесимининг шакллари. Каналлардан қандай мақсадларда фойдаланилишига қараб, улар кўндаланг кесимининг шакллари турлича бўлиши мумкин. Амалиётда кўпроқ каналлар кўндаланг кесимининг қуйидаги шакллари учрайди:

- а) трапеция шаклида;
- б) тўғри тўртбурчак шаклида;
- в) учбурчак шаклида;
- г) парабола шаклида.

Каналлар кўндаланг кесимининг гидравлик элементлари. Каналларнинг ҳар қандай шаклга эга бўлган кўндаланг кесимида қуйидаги гидравлик элементлар мавжуд бўлади:

- 1) кўндаланг кесимнинг юзаси ёки жонли кема майдони - ω ;

2) кўндаланг кесимнинг намланган периметри - χ ;

3) кўндаланг кесимнинг гидравлик радиуси - R .

Турли шаклдаги кўндаланг кесимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш. Қуйида каналлар кўндаланг кесимининг юқорида қайд этилган шакллари учун гидравлик элементларни аниқлаш йўли билан танишамиз.

Трапеция шаклидаги кўндаланг кесимли каналлар учун гидравлик элементларни ҳисоблаш. Қуйидаги белгилашларни киритамиз (14.1 - расм):

v - каналнинг ўзан туби бўйича кенглиги;

B - каналнинг сув юзаси бўйича кенглиги;

h - каналнинг чуқурлиги;

m - канал деворининг нишаблик коэффициентини бўлиб, $m = \operatorname{ctg} \alpha$ шартини бажарилади. Шу билан бирга ўзан туби бўйича кенгликнинг чуқурликка нисбатини β билан

белгилаймиз, аниқроқ айтганда $\frac{v}{h} = \beta$ бўлади. Бу ерда β - каналнинг ўзан туби бўйича нисбий кенглиги (относительная ширина по дну канала) деб аталади.

Юқоридаги элементларни билган ҳолда трапеция шаклидаги кўндаланг кесимли каналларнинг асосий гидравлик элементлари, яъни ω , χ , R ва B ларни қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаймиз:

1) жонли кесма майдони: $\omega = (v + m \cdot h) h$;

2) намланган периметр: $\chi = v + 2 h \sqrt{1+m^2}$ ёки $m' = 2 \sqrt{1+m^2}$ эканлигини ҳисобга олсак, намланган периметрни $\chi = v + m' h$ ифода билан ҳисоблаш мумкин;

3) гидравлик радиус: $R = \frac{\omega}{\chi}$;

4) каналнинг сув юзаси бўйича кенглиги: $B = v + 2 m \cdot h$.

Юқорида келтирилган m ни қуйидаги жадвал маълумотлари асосида аниқлаш мумкин.

13.1 - жадвал

m	0	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0
m'	2	2.23	2.50	2.83	3.20	3.61	4.03	4.47	5.38	6.32

Тўғри тўртбурчак шаклидаги кўндаланг кесимли каналнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.

Маълумки, канал девори тик бўлганда, $m = \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} 90^\circ = 0$ бўлади (14.2 - расм). Иккинчи томондан эса $B = v$ бўлади. Бундай шароитда канал кўндаланг кесимининг гидравлик элементлари қуйидаги ифодалар билан аниқланади:

1) жонли кесма майдони: $\omega = v \cdot h$;

2) намланган периметр: $\chi = v + 2 h$;

3) гидравлик радиус: $R = \frac{\omega}{\chi}$.

Учбурчак шаклидаги кўндаланг кесим учун гидравлик элементларни ҳисоблаш. Агар каналнинг кўндаланг кесими учбурчак шаклида бўлса (14.3 - расм), унинг гидравлик элементлари қуйидагича ҳисобланади:

1) жонли кесма майдони: $\omega = m \cdot h^2$;

2) намланган периметр:

$\chi = 2 h \sqrt{1+m^2} = m' \cdot h$;

3) гидравлик радиус: $R = \frac{\omega}{\chi}$;

4) каналнинг сув юзаси бўйича кенглиги: $B = 2 m \cdot h$.

Парабола шаклидаги кўндаланг кесим учун гидравлик элементларни ҳисоблаш. Ирригация мақсадларида ишлатиладиган новларнинг кўндаланг кесими шакли парабола қўринишида бўлади (14.4 - расм). Бу шаклдаги кўндаланг кесимнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш учун қуйидаги ифодалар тақлиф этилади:

1) жонли кесма майдони: $\omega = \frac{2}{3} h \cdot B$;

2) намланган периметр: $\chi = B \left[1 + 2,67 \left(\frac{h}{B} \right)^2 - 6,4 \left(\frac{h}{B} \right)^4 \right]$;

$$3) \text{ гидравлик радиус: } R = \frac{\omega}{\chi};$$

Таъкидлаш лозимки, йирик каналлар учун гидравлик ҳисоблашларни амалга оширишда қуйидаги тақрибий тенгликларни қабул қилиш мумкин: $\chi = B$ ва $R = \frac{2}{3}h$.

Каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари. Каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг қуйидаги тўртта тури мавжуд:

Биринчи тур масалаларда қуйидагилар берилган бўлади: i - каналнинг ўзан туби нишаблиги, v – каналнинг ўзан туби бўйича кенглиги, h – каналдаги сувнинг чуқурлиги, m – канал деворининг қиялиги, n – ўзанининг ғадир-будурлигини характерлайдиган коэффициент.

Қуйидаги катталикларни аниқлаш талаб этилади: Q – каналдаги сувнинг оқиш тезлиги, Q – каналдаги сув сарфи.

Масала қуйидаги тартибда ечилади: 1) жонли кесма майдони аниқланади, 2) намланган периметр ҳисобланади, 3) гидравлик радиус аниқланади, 4) Шези коэффициенти ҳисобланади, 5) канал ўзанининг сув сарфи характеристикаси (K) аниқланади, 6) сув сарфи ҳисобланади, 7) каналдаги сувнинг ўртача оқиш тезлиги ҳисобланади.

Ҳисоблашлар натижалари қуйидаги жадвалга жойлаштирилади:

13.2 - жадвал

$v, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	m	n	i	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$C, \frac{\sqrt{M}}{c}$	$K, \frac{\text{м}^3}{c}$	$Q, \frac{\text{м}}{c}$

Иккинчи турдаги масалаларда қуйидагилар маълум бўлади: Q – каналдаги сув сарфи, v – каналнинг ўзан туби бўйича кенглиги, h – каналнинг чуқурлиги, m – канал деворининг қиялиги, n – ўзанининг ғадир-будурлик коэффициенти.

Каналнинг ўзан туби нишаблиги ва тезликни топиш талаб этилади. Масалани ечиш тартиби қуйидагича: 1) жонли кесма майдони аниқланади, 2) намланган периметр ҳисобланади, 3) гидравлик радиус аниқланади, 4) Шези коэффициенти ҳисобланади, 5) каналнинг сув сарфи характеристикаси (K) аниқланади, 6) каналнинг нишаблиги ҳисобланади, 7) каналда сувнинг оқиш тезлиги ҳисобланади.

Ҳисоблашлар натижалари юқоридаги каби жадвалга жойлаштирилади.

Учинчи турдаги масалаларда канал деворининг қиялиги (m), ўзанининг ғадир-будурлик коэффициенти (n), сув сарфи (Q) ва ўзан туби нишаблиги (i) берилган бўлади.

Каналнинг ўзан туби бўйича кенглиги (v) ҳамда каналнинг чуқурлиги (h) ни топиш талаб этилади.

Қўриниб турибдики, бу масалада икки номаълум (v, h) битта $Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i} = k \sqrt{i}$ тенглама билан боғланган. Масалани ечиш учун v га ёки h га, ёки $\beta = \frac{v}{h}$ га қиймат бериш керак. Демак, бу турдаги масалаларни қуйидаги уч хил усул билан ҳал этиш мумкин.

1- усул. Сув сарфи (Q), ўзан туби нишаблиги (i), канал деворининг қиялиги (m), ўзанининг ғадир-будурлиги (n) берилган бўлиб, v ва h ни топиш талаб этилса, масала қуйидаги тартибда ечилади:

1. Каналнинг ўзан туби бўйича кенглиги $v = \text{const}$ деб қабул қиламиз;

2. Канал ўзанининг берилган сув сарфи характеристикаси (K_0) ни $K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i}}$ ифода ёрдамида ҳисоблаймиз;

3. Каналнинг чуқурлиги h га турли (энг камида учта) қийматлар бериб, h нинг ҳар бир қиймати учун ω, χ, R, C ларни аниқлаймиз ва улар асосида ўзанининг ҳисобланган сув сарфи характеристикалари (K_x) ни ҳисоблаймиз.

Ҳар бир ҳисоблаш босқичида K_x нинг қиймати K_0 билан солиштирилади. Ҳисоблашлар натижалари қуйидаги жадвалда жамланади.

13.3 - жадвал

Т/р	$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$C, \frac{\sqrt{M}}{c}$	$K_0 \rightarrow K_x$
1						
2						
3						
4						

Каналнинг чуқурлиги (h) нинг қийматини график усулда аниқлаш ишни осонлаштиради. Шу мақсадда $K_x = f(h)$ боғланиш графиги чизилади. Ушбу графикдан K_0 нинг қиймати асосида h_T ни топамиз.

2 - усул. Мазкур усулда v ва h нинг қийматларини топиш учун дастлаб каналнинг чуқурлиги $h = const$ деб қабул қиламиз. Сўнг ҳисоблашлар юқорида баён этилган кетма-кетликда давом эттирилади.

3 – усул. Ушбу усулда, юқоридагиларга қўшимча, нисбий кенглик β ҳам берилган бўлиб, номаълум v ва h лар куйидаги тартибда аниқланади:

1. Сув сарфи (Q) ва ўзан туби нишаблиги (i) га асосланиб, K_0 ҳисобланади;

2. h га турли қийматларни бериб (энг камида учта), уларнинг ҳар бирига мос келадиган v ларни $v = \beta \cdot h$ ифода ёрдамида ҳисоблаймиз;

3. Қолган катталикларни аниқлаш учун куйидаги кетма-кетликда ҳисоблашлар бажарилади: ω, χ, R, C, K_x .

Тўртинчи турдаги масалаларда сув сарфи (Q), тезлик (Θ), ўзан деворининг қиялиги (m) берилган бўлиб, h берилган бўлса, v ни ёки v берилган бўлса, h ни ҳамда i ни аниқлаш талаб этилади.

Ҳисоблашлар куйидаги тартибда бажарилади:

1. Жонли кесма майдони $\omega = \frac{Q}{g}$ ифода ёрдамида аниқланади;

2. Жонли кесмани аниқлашнинг $\omega = (v + mh) \cdot h$ ифодасидан v ёки h нинг қийматлари куйидаги тенгликлар асосида аниқланади:

$$v = \frac{\omega}{h} - m \cdot h; \quad (14.1)$$

$$h = \sqrt{\left(\frac{v}{2m}\right)^2 + \frac{\omega}{m} - \frac{v}{2m}}. \quad (14.2)$$

3. Каналнинг қолган гидравлик элементлари куйидаги кетма-кетликда аниқланади: χ, R, C, K, i .

Юқорида келтирилган масалаларни ҳар бир талаба мустақил равишда алоҳида вариантларда ечади.

Каналларнинг энг қулай гидравлик кўндаланг кесими. Бир хил жонли кесма майдонига, бир хил ўзан туби ғадир-будирлигига ва нишаблигига эга бўлган кўндаланг кесимлар ичида қай бири энг катта сув сарфини ўтказса, у энг қулай гидравлик кўндаланг кесим дейилади. Энг қулай гидравлик кўндаланг кесимни аниқлаш иктисодий томондан тежамлидир.

Куйида қандай шароитда каналнинг кўндаланг кесими гидравлик нуктаи назардан энг қулай бўлади, деган масала устида тўхталамиз.

Маълумки, очиқ ўзандан оқаётган сув сарфи $Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}$ ифода билан аниқланади. Бу ерда Шези коэффициентини билан гидравлик радиус ва ўзан туби ғадир-будирлиги орасида боғлиқлик мавжуд, яъни $C = f(R, n)$. Ушбу ифодалардан кўриниб турибдики ω, n, i ларнинг ҳар бир қийматида энг катта сув сарфи энг катта R га тўғри келади.

Гидравлик радиуснинг $R_{\max} = \frac{\omega}{\chi_{\min}}$ ифодасида унинг максимал қиймати (R_{\max}) намланган периметрнинг минимал қиймати (χ_{\min}) га мос келади. Демак, гидравлик энг қулай кўндаланг кесим берилган жонли кесма майдони энг кичик намланган периметрда кузатилади. Шунинг учун берилган ω учун гидравлик энг қулай кўндаланг кесимни кидириш χ_{\min} ни топишдан бошланади.

Геометриядан маълумки, χ_{\min} айланада кузатилади. Очиқ ўзанларда ярим айлана шаклидаги кўндаланг кесимли жонли кесма гидравлик энг қулайдир.

Лекин, амалда ярим айлана шаклидаги ўзанларни куриш маълум техник қийинчиликлар билан боғлиқдир. Шу туфайли каналлар кўпчилик ҳолларда ярим айлана шаклига яқин бўлган трапеция кўринишидаги кўндаланг кесимли бўлади. Шунинг учун трапеция шаклидаги канал учун гидравлик энг қулай кўндаланг кесимни топамиз.

Масалани куйидагича қўямиз: m маълум бўлсин, “ v ” ва “ h ” нинг шундай қийматини топайликки, уларда каналнинг кўндаланг кесими гидравлик энг қулай бўлсин.

Маълумки, $\chi = v + 2h\sqrt{1+m^2}$ эди. Иккинчи томондан эса $\omega = (v + m \cdot h)h$ ифодадан v ни топамиз: $\omega = v \cdot h + m \cdot h^2$; $v = \frac{\omega}{h} - m \cdot h$. Ўзан туби бўйича кенгликнинг ушбу қийматини намланган периметрни ҳисоблаш ифодасига қўямиз: $\chi = \frac{\omega}{h} - m \cdot h + 2h\sqrt{1+m^2}$. Охириги ифодада ω ва m ўзгармас бўлганлиги учун $\chi = f(h)$, яъни χ чуқурлик h га боғлиқ бўлади.

Шундан сўнг гидравлик энг қулай кесим шартига кўра χ_{\min} ни топамиз. Бунинг учун χ нинг h бўйича ҳосиласини “0” тенглаштирамиз, яъни $\frac{d\chi}{dn} = 0$:

$$\frac{d\chi}{dh} = -\frac{\omega}{h^2} - m + 2\sqrt{1+m^2} = 0,$$

бу ерда $\frac{1}{x^\alpha} = \frac{x^{-\alpha+1}}{x^{\alpha+1}}$ эканлигини ҳисобга олдик. Сўнг ҳисоблашларни қуйидаги тартибда давом эттирамиз.

$$\frac{\omega}{h^2} = 2\sqrt{1+m^2} - m \quad \{2r = 2\sqrt{1+m^2} - m;$$

$$\omega_r = (2\sqrt{1+m^2} - m)h_r^2 = \alpha_r \cdot h_r^2, \quad (14.3)$$

бу ерда “r” индекси гидравлик энг қулай кўндаланг кесим ўлчамларини ифодалайди. Иккинчи томондан $\omega_r = (\epsilon_r + m \cdot h_r)h_r$ эди. Шунга асосан:

$$(\epsilon_r + m \cdot h_r) h_r = (2\sqrt{1+m^2} - m) h_r^2;$$

$$\epsilon_r \cdot h_r + m \cdot h_r^2 = 2h_r^2 \sqrt{1+m^2} - m \cdot h_r^2;$$

$$\epsilon_r \cdot h_r = 2h_r^2 \sqrt{1+m^2} - m \cdot h_r^2 - m \cdot h_r^2;$$

$$\epsilon_r \cdot h_r = 2h_r^2 \sqrt{1+m^2} - 2m \cdot h_r^2;$$

$$\epsilon_r = 2h_r \sqrt{1+m^2} - 2m \cdot h_r;$$

$$\epsilon_r = 2h_r (\sqrt{1+m^2} - m);$$

$$\frac{\epsilon_r}{h_r} = 2(\sqrt{1+m^2} - m) = \beta_r;$$

$$\epsilon_r = 2h_r (\sqrt{1+m^2} - m) = \beta_r \cdot h_r. \quad (14.4)$$

Юқоридаги ифодаларда β_r - каналнинг гидравлик энг қулай кўндаланг кесимига мос келадиган нисбий кенгликни ифодалайди.

Демак, гидравлик энг қулай кўндаланг кесимда ϵ_r нинг h_r га нисбати β_r га тенг бўлиши керак.

Энди R_r ни топамиз. Маълумки, $R_r = \frac{\omega_r}{\chi_r} = \frac{(\epsilon_r + m \cdot h_r)h_r}{\epsilon_r + 2h_r \sqrt{1+m^2}}$ эди.

Бу ерда ϵ_r нинг ўрнига унинг юқорида келтирилган ифодадаги қийматини қўямиз:

$$R_r = \frac{2h_r (\sqrt{1+m^2} - m) + mh_r}{2h_r (\sqrt{1+m^2} - m) + 2h_r \sqrt{1+m^2}} h_r = \frac{h_r [2(\sqrt{1+m^2} - m) + m]}{2h_r (\sqrt{1+m^2} - m + \sqrt{1+m^2})} = \frac{h_r [2(\sqrt{1+m^2} - m) + m]}{2(2\sqrt{1+m^2} - m)} =$$

$$= \frac{h_r [2\sqrt{1+m^2} - 2m + m]}{2(2\sqrt{1+m^2} - m)} = \frac{h_r (2\sqrt{1+m^2} - m)}{2(2\sqrt{1+m^2} - m)} = \frac{h_r}{2}. \quad (14.5)$$

Демак, энг қулай кўндаланг кесимда $R_r = \frac{h_r}{2}$ шарти бажарилади, яъни гидравлик радиус чуқурликнинг

ярмига тенг бўлади.

Юқорида келтирилган (14.3), (14.4) ва (14.5) тенгликлар ҳисоблаш ифодалари сифатида қабул қилинади. Ҳисоблашларни осонлаштириш мақсадида α_r ва β_r ларнинг m га боғлиқ бўлган қийматлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

13.4 - жадвал

m	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	3.00
α_r	2.00	1.81	1.74	1.75	1.83	1.95	2.11	2.28	2.47	3.32
β_r	2.00	1.56	1.24	1.00	0.83	0.70	0.61	0.53	0.47	0.32

Синов саволлари:

1. Каналларнинг қандай турларини биласиз?
2. Каналларнинг кўндаланг кесими қандай шаклларда бўлади?
3. Каналлар кўндаланг кесимининг гидравлик элементларини эсланг.
4. Турли шаклдаги кўндаланг кесимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш ифодаларини биласизми?
5. Трапеция шаклидаги кўндаланг кесимли каналнинг гидравлик элементлари қандай ифодалар ёрдамида ҳисобланади?
6. Тўзри тўртбурчак шаклидаги кўндаланг кесим элементлари қандай ҳисобланади?
7. Учбурчак шаклидаги кўндаланг кесимли новнинг гидравлик элементларини ҳисоблай оласизми?
8. Парабола шаклидаги кўндаланг кесимли новнинг гидравлик элементлари қандай ҳисобланади?
9. Каналларни гидравлик ҳисоблашга оид масалалар неча турга бўлинади?

10. Каналларнинг энг қулай гидравлик қўндаланг кесими нима мақсадда аниқланади?

15 – маъруза

Очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати

Режа:

1. Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракатини белгилайдиган асосий гидравлик элементлар;
2. Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракати турлари:
 - 2.1. Ўзгарувчан ҳаракат;
 - 2.2. Ўзгармас ҳаракат;
3. Нотекис ҳаракатнинг белгилари;
4. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатнинг сабаблари;
5. Нотекис ҳаракат турлари:
 - 5.1. Димланиш;
 - 5.2. Пасайиш;
 - 5.3. Гидравлик сакраш;
6. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатни ўрганишида қўлланиладиган асосий тушунчалар:
 - 6.1. Призматик ўзан;
 - 6.2. Ўзан туби нишаблиги;
 - 6.3. Нормал чуқурлик;
 - 6.4. Критик чуқурлик;
 - 6.5. Критик нишаблик.
7. Очиқ ўзанлардаги нотекис ҳаракат учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.

Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракатини белгилайдиган асосий гидравлик элементлар. Олдинги мавзулардан маълумки, қувурларда суюқликлар ҳаракатини белгилайдиган асосий гидравлик элементлар оқим тезлиги (Q) ҳамда гидродинамик босим (P) дан иборат эди. Бу ҳолат очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракатига ҳам тегишлидир. Лекин, очиқ ўзанларда юқоридагиларга қўшимча равишда чуқурлик муҳим аҳамият касб этади.

Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракати турлари. Юқоридаги асосий гидравлик элементларнинг оқим узунлиги бўйича ўзгаришига боғлиқ ҳолда очиқ ўзанлардаги барча турдаги ҳаракатлар иккига бўлинади:

- 1) ўзгарувчан ҳаракат;
- 2) ўзгармас ҳаракат.

Ўзгарувчан ҳаракатда P ва Q катталиклари оқим узунлиги ва вақт бўйича ўзгариб туради. Натижада сув сарфи (Q) нинг қийматлари оқим узунлиги ва вақт бўйича ўзгарувчан бўлади.

Ўзгармас ҳаракат эса икки ҳил кўринишга эга бўлади:

- 1) текис ҳаракат (15.1 – расм: а);
- 2) нотекис ҳаракат (15.1 – расм: б).

Текис ҳаракат олдинги дарсларда кўрилган.

Нотекис ҳаракатнинг белгилари. Юқоридаги расмдан кўриниб турибдики, нотекис ҳаракатда P , Q , ω ва h лар алоҳида олинган нуқталарда вақт бўйича ўзгармас бўлади. Лекин, икки нуқтадаги гидродинамик элементлар эса бир-бирига тенг бўлмайди. Қирқимнинг қўндаланг кесими юзаси ω нинг камайиши Q нинг ортишига олиб келади ёки, аксинча, ω нинг ортиши Q нинг камайишига олиб келади. Натижада, сув сарфи доимийлиги тенгламасига асосан, $Q_1 = Q_2$ бўлади. Нишабликлар, яъни ўзан туби нишаблиги (i), пьезометрик нишаблик (i_p) ва гидравлик нишаблик (i_z), ҳам оқим узунлиги бўйича ўзгариб туради. Иккинчи томондан улар ўзаро тенг бўлмаслиги мумкин ($i \neq i_p \neq i_z$).

Текис ҳаракат фақат $i > 0$ шarti бажарилганда кузатилса, нотекис ҳаракат $i > 0$, $i = 0$ ва $i < 0$ шартлари бажарилганда ҳам намоён бўлади.

Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатнинг белгилари. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатни белгилайдиган энг асосий элементлардан бири чуқурликдир $-h$. Чуқурликнинг ўзгариши туфайли ҳам нотекис ҳаракатда дарё ва каналлардаги сув юзаси эгри чизиқ кўринишида бўлади.

Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатнинг сабаблари. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракат қуйидаги сабаблар туфайли юзага келади:

- 1) ўзаннинг планда кенгайиши ва торайиши ҳамда шу билан боғлиқ ҳолда саёз ва чуқур жойларнинг бўлиши туфайли;
- 2) табиий ва сунъий тўсиқлар бўлиши туфайли;
- 3) остона ва кескин пасайишларнинг мавжудлиги туфайли;
- 4) ўзаннинг кескин бурилиши туфайли;

5) оқим узунлиги бўйича ўзан туби ғадир-будирлигининг турлича бўлиши ва ҳоказолар.

Юқорида қайд этилган сабабларнинг барчаси табиий ўзанларда кузатилади.

Нотекис ҳаракат турлари. Юқорида санаб ўтилган сабабларга боғлиқ ҳолда табиий ўзанларда нотекис ҳаракатнинг қуйидаги кўринишларини кузатиш мумкин:

- а) димланиш;
- б) пасайиш;
- в) гидравлик сакраш.

Димланиш дарё ёки каналларда тўсиқлар, тўғонлар қурилганда кузатилади. Димланишда оқим узунлиги бўйича чуқурлик ортади, тезлик эса камая боради (15.2 - расм). Унда сув сатҳи эгри чизиқ кўринишида бўлади ва у димланиш эгри чизиги деб номланади;

Пасайишда оқим узунлиги бўйича чуқурлик (h) камая боради, тезлик (V) эса ортиб боради. Бундай пасайишлар дарё ўзанида остоналар бўлганида кузатилади (15.3 – расм). Бу ҳолда ҳам сув сатҳи эгри чизиги кўринишида бўлиб, у пасайиш эгри чизиги дейилади.

Гидравлик сакраш катта тезликдаги кичик чуқурликдан жуда қисқа масофада катта чуқурликка ўтишда кузатилади (15.4 – расм). Гидравлик сакраш гидротехник иншоотларнинг қуйи бьефларида кузатилади.

Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатни ўрганишда қўлланиладиган асосий тушунчалар. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатни ўрганишда қуйидаги тушунчалардан фойдаланилади:

- а) призматик ўзан;
- б) ўзан туби нишаблиги;
- в) меъёрий (нормал) чуқурлик;
- г) критик чуқурлик;
- д) критик нишаблик.

Призматик ўзанда кўндаланг кесим шакли ўзан узунлиги бўйича бир хил шаклда ўзгармас бўлади. Бу ҳолда кўндаланг кесим юзаси (ω) фақат чуқурлик (h) га боғлиқ бўлади, яъни $\omega = f(h)$ бўлади. Маълумки, кўндаланг кесим шакли ўзгармас бўлиши учун оқим узунлиги бўйича ўзан деворининг қиялиги $m = \text{const}$ ҳамда ўзан туби бўйича кенглиги $b = \text{const}$ бўлиши керак. Трапеция шаклидаги кўндаланг кесимли канал призматик ўзанга ёрқин мисол бўлади.

Призматик бўлмаган ўзанларда кўндаланг кесим шакли оқим узунлиги бўйича ўзгарувчан бўлади, яъни кўндаланг кесим юзаси (ω) фақат чуқурлик (h) га боғлиқ бўлмай, балки b ва m га ҳам боғлиқ бўлади. Биз кейинги мавзуларда нотекис ҳаракатни ўрганишда кўпроқ призматик ўзанга мурожаат қиламиз.

Ўзан туби нишаблигига боғлиқ ҳолда очиқ ўзанлар қуйидагиларга бўлинади:

- а) тўғри нишабли ўзан $i > 0$ (15.5 – расм, а);
- б) горизонтал ўзан $i = 0$ (15.5 – расм, б);
- в) тескари нишабликка эга бўлган ўзан $i < 0$ (15.5 – расм, в).

Юқорида келтирилган нишаблик турларидан биринчиси амалда кўп учрайди. Шу туфайли кейинги мавзуларда $i > 0$ шarti бажарилган ҳолатни батафсил ўрганишга ҳаракат қиламиз.

Меъёрий (нормал) чуқурлик. Очиқ ўзанлардаги *меъёрий (нормал) чуқурлик* шундай чуқурликки, унда берилган сув сарфи (Q) ўзанининг кўндаланг кесимидан текис ҳаракат шартини бажарган ҳолда оқиб ўтиши керак. Меъёрий чуқурликни h_0 билан белгилаймиз. Қуйида *меъёрий чуқурликни* димланиш ва пасайиш эгри чизиқларида кўриб чиқамиз.

Димланиш эгри чизигида меъёрий чуқурлик ўзандаги мавжуд чуқурликдан кичик бўлади (15.6 - расм). Демак, $i > i_p'$ шarti бажарилганда, $h_0 < h$ бўлади. Чунки бу ерда i_p' текис ҳаракат деб фараз қилинганда кузатиладиган сув сатҳи нишаблигидир.

Пасайиш эгри чизигида юқоридагининг акси бўлади (15.7 - расм). Мазкур ҳолатда $i < i_p'$ шarti бажарилиб, $h_0 > h$ бўлади. Демак, пасайиш эгри чизигида нормал чуқурлик (h_0) ҳақиқий чуқурлик (h) дан катта бўлади.

Очиқ ўзанлардаги нотекис ҳаракат учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Оқимнинг меъёрий чуқурлик (h_0) га мос келадиган барча гидравлик элементларини белгилашда “0” индексни қўямиз. Юқорида айтилганлардан маълум бўлдики, меъёрий чуқурликда $i_r = i = i_p'$ бўлиши керак.

Шу туйғайли сув сарфи (Q) ни очиқ ўзанлардаги текис ҳаракат ифодаси билан аниқлаш мумкин, яъни:

$$Q = \omega_0 \cdot C_0 \sqrt{R_0} \cdot i = K_0 \sqrt{i}, \quad (15.1)$$

бу ерда: $K_0 = \omega_0 \cdot C_0 \sqrt{R_0}$ бўлиб, ω_0 , C_0 , R_0 , ва K_0 катталиклар меъёрий чуқурликка тегишлидир.

Охирги ифода $i > 0$ шarti бажарилганда ўринлидир, чунки $i < 0$ ва $i = 0$ шартлари бажарилганда ўзанда текис ҳаракат кузатилмайди.

Юқоридла келтирилган *критик чуқурлик* ва *критик нишабликларни* “қирқимнинг солиштирма энергияси” тушунчаси билан танишганимиздан сўнг ўрганиш қулайдир.

Синов саволлари:

1. Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракатини белгилайдиган асосий гидравлик элементларни эсланг.
2. Очиқ ўзанларда сувнинг ҳаракатини қандай турларини биласиз?
3. Ўзгарувчан ҳаракат нима?
4. Ўзгармас ҳаракат бўлиши учун қандай шартлар бажарилиши керак?
5. Қувурларда нотекис ҳаракатнинг белгиларини биласизми?
6. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатнинг қандай белгилари мавжуд?
7. Нотекис ҳаракатнинг қандай кўринишларини биласиз?
8. Димланиш қаерларда кузатилади?
9. Пасайишқандай сабаблар натижасида кузатилади?
10. Гидравлик сакраш қандай ҳолатда кузатилади?
11. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатни ўрганишида қўлланиладиган асосий тушунчаларни эсланг.
12. Призматик ўзан нима?
13. Ўзан туби нишаблиги қандай аниқланади?
14. Нормал чуқурлик нима?
15. Очиқ ўзанлардаги нотекис ҳаракат учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишига эга?

16 – маъруза

Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси. Критик чуқурликни ҳисоблаш

Режа:

1. Сув оқимининг солиштирма энергияси ҳақида;
2. Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси;
3. Критик чуқурликни ҳисоблаш:
 - 3.1. Ихтиёрий шаклдаги ўзан учун;
 - 3.2. Тўғри бурчак шаклидаги ўзан учун;
 - 3.3. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли ўзан учун.

Сув оқимининг солиштирма энергияси ҳақида. Суюқлик оқими учун Бернулли тенгламасини кўрганимизда куйидаги фикр айтилган эди: оқимнинг солиштирма энергияси (E) потенциал (E_n) ва кинетик (E_k) энергиялар йиғиндисидан иборат, яъни:

$$E = E_n = E_k, \quad (16.1)$$

бу ерда: $E_n = \frac{P}{\gamma} + Z$, $E_k = \frac{\alpha \varrho^2}{2g}$ бўлиб, $\frac{P}{\gamma}$ - босим энергиясини, $\frac{\varrho^2}{2g}$ - кинетик энергияни ифодалайди.

Демак, оқимнинг солиштирма энергияси (E) куйидагига тенг бўлади:

$$E = \frac{\alpha \varrho^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + Z. \quad (16.2)$$

Охирги, яъни (16.2) тенглик оқимнинг бирлик энергияси ифодасидир.

Сув оқими кўндаланг қирқимнинг солиштирма энергияси. Маълумки, очиқ ўзанларда сув сатҳига атмосфера босими таъсир қилади. Унинг қиймати эса оқим узунлиги бўйича ўзгармас бўлади.

Шунинг учун (16.2) ифодадаги P ни фақат ортикча босимдан иборат деб оламиз (16.1 - расм).

Кўндаланг қирқимдаги ихтиёрий M нуқта учун ортикча гидростатик босим P қуйидагича аниқланади:

$$P = \gamma \cdot h' \quad \text{ёки} \quad h' = \frac{P}{\gamma} \quad h' - M \text{ нуқта жойлашган чуқурлик, } h - \text{кўндаланг кесимнинг максимал}$$

чуқурлиги бўлсин.

У ҳолда юқоридаги (16.2) ифодани қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$E = \frac{\alpha Q^2}{2g} + h' + Z. \quad (16.3)$$

Агар тенглаштириш текислиги (0-0) ни ўзанинг энг чуқур жойидан ўтказсак, у кўндаланг қирқимнинг солиштирма энергиясини топишга имкон беради. Шаклдан кўриниб турибдики, $h' + Z = h$. Демак, қирқимнинг солиштирма энергияси (\mathcal{E}) қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha Q^2}{2g}. \quad (16.4)$$

бу ерда: h - кўндаланг қирқимнинг максимал чуқурлиги; Q - кўндаланг қирқимдан ўтаётган сувнинг оний тезлиги.

Критик чуқурликни ҳисоблаш. Ушбу масалани қуйидаги уч ҳолат учун кўрамиз:

- 1) ихтиёрий шаклдаги ўзан учун;
- 2) тўғри бурчак шаклидаги ўзан учун;
- 3) трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли ўзан учун.

Ихтиёрий шаклдаги кўндаланг қирқимли ўзан учун h_k қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}, \quad (16.5)$$

бу ерда: ω_k - критик чуқурликка мос келадиган кўндаланг кесим юзаси; B_k – сув юзаси бўйича кенглик, Q – сув сарфи.

Критик чуқурликни шу ифода ёрдамида график ёки аналитик усулда қуйидаги кетма-кетликда ҳисоблаш мумкин:

1. Берилган сув сарфига асосан $\frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$ ифода ҳисобланади;

2. Сўнг $h = h_1$, $h = h_2$, $h = h_3$ ва ҳақозо қийматларга тегишли бўлган ω , B ва $\frac{\omega^3}{B}$ ларнинг қийматлари аниқланади. Ҳисоблаш ишларини жадвалда бажарамиз;

3. Шу мақсадда h нинг бир нечта қийматларига мос бўлган $\frac{\omega^3}{B}$ ифода орасидаги боғланиш графиги

$$\frac{\omega^3}{B} = f(h) \text{ чизилади;}$$

4. Шу графикдан $\frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$ ифоданинг қийматига мос бўлган h_k аниқланади;

5. Критик чуқурлик h_k чуқурлик h нинг шундай қийматига тенг бўладики, унда $\frac{\omega^3}{B} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$ тенглик

бажарилиши лозим.

Тўғри бурчак шаклидаги ўзан учун. Ушбу ҳолда $v = V$ бўлади, шунинг учун h_k ни осон топамиз. Маълумки, майдон қуйидагича аниқланади:

$$\omega_k = v \cdot h_k. \quad (16.6)$$

Охирги (16.6) ифодани юқоридаги (16.5) га қўямиз:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}; \quad \frac{v^3 \cdot h_k^3}{v} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \quad \text{ёки} \quad v^2 \cdot h_k^3 = \frac{\alpha \cdot Q^2}{2g};$$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot q^2}{g}}, \quad (16,7)$$

бу ерда $q = \frac{Q}{b}$ га тенг бўлаб, элементар сув сарфи деб аталади. Маълумки, $\alpha = 1,1$ ва $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ га тенг. Шукийматларни ҳисобга олиб, куйидагича ёзамиз:

$$h_k = 0,482 \sqrt[3]{q^2}, \quad (16,8)$$

Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли ўзан учун. Ушбу ҳолат учун И.И.Агроскин куйидаги ифодани таклиф этган:

$$h_k = \left(1 - \frac{\sigma_n}{3} + 0,105 \sigma_n^2\right) h_{kn}, \quad (16,9)$$

бу ерда $\sigma_n = \frac{m \cdot h_{kn}}{b}$ ифодага тенг бўлиб, m – канал деворининг қиялигини, h_{kn} -тўғри бурчакли кўндаланг қирқимли ўзан учун критик чуқурликни ифодалайди. Бунда ўзаннынг кенглиги трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимдаги ўзан туби кенглиги b га тенг бўлади. Таъкидлаш лозимки, h_{kn} (16.7) ёки (16,8) ифода билан аниқланади.

Синов саволлари:

1. Оқимнинг бирлик энергияси ҳақида нималар биласиз?
2. Қирқимнинг бирлик энергияси қандай ифода билан аниқланади?
3. Оқимнинг бирлик энергияси билан қирқимнинг бирлик энергияси орасида қандай фарқ мавжуд?
4. Критик чуқурлик нима?
5. Ихтиёрий шаклдаги ўзан учун критик чуқурлик қандай аниқланади?
6. Тўғри бурчак шаклидаги ўзан учун h_k ни аниқлаш ифодасини биласизми?
7. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли ўзан учун критик чуқурлик қандай ифода билан аниқланади?

17 – маъруза

Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси

Режа:

1. Критик нишаблик;
2. Тинч ва шовқинли оқим;
3. Нотекис ҳаракатнинг асосий белгиси ва масаланинг қуйилиши;
4. Очиқ призматик ўзанда секин ўзгариб боровчи нотекис ҳаракат билан оқайтган суяқликнинг асосий тенгламаси;
- 4.1. Бернулли тенгламаси ва уни дифференциал кўринишида ёзиш;
- 4.2. Дифференциал тенгламанинг ташкил этувчиларини гидравлик катталиклар орқали ифодалаш;
- 4.3. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини тузиш;
5. $i > 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламаси;
6. $i = 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламаси;
7. $i < 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламаси;
8. $i > 0$ бўлган ҳол учун нотекис ҳаракат тенгламасининг анализи.

Критик нишаблик. Олдинги мавзуларда келтирилган ифодалардан кўриниб турибдики, критик чуқурлик h_k нишабликка боғлиқ эмас, чунки уни биз биргина кўндаланг қирқим учун аниқлаймиз. Лекин нормал чуқурлик h_0 текис ҳаракатда нишаблик i га боғлиқ эди.

Демак, маълум бир нишабликда сон жиҳатдан h_k га тенг бўлган h_0 ни топиш мумкин. Кўриниб турибдики, $h_0 = h_k$ шarti бажарилгандаги нишаблик критик нишаблик дейилади ва i_k билан белгиланади.

Куйида i_k ни ҳисоблаш йўли билан танишамиз.

Юқорида қайд этилганидек $h_0 = h_k$, $i = i_k$ шартлари бажарилганда текис ҳаракат кузатилади ва Q ни куйидаги ифода билан аниқлаймиз:

$$Q_k = \omega_k \cdot C_k \sqrt{R_k \cdot i_k}. \quad (17,1)$$

Ифодани иррационалликдан қутқарамиз:

$$Q_k^2 = \omega_k^2 \cdot C_k^2 \cdot R_k \cdot i_k. \quad (17,1')$$

Олдинги дарсда куйидаги ифода олинган эди:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \quad (17.2)$$

Юқоридаги (17.1') ифодани (17.2) ифодага кўямиз:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot \omega_k^2 \cdot C_k^2 \cdot R_k \cdot i_k}{g};$$

Бу ердан i_k ни топамиз:

$$i_k = \frac{g}{\alpha \cdot C_k^2} \cdot \frac{\omega_k}{B_k \cdot R_k} \quad (17.3)$$

Бу ерда $R_k = \frac{\omega_k}{\chi_k}$ эканлигини ҳисобга олсак:

$$i_k = \frac{g}{\alpha \cdot C_k^2} \cdot \frac{\omega_k}{\chi_k} \quad (17.4)$$

ифодага эга бўламиз.

Юқоридаги ифодалардан C_k , B_k , χ_k лар мос равишда критик чуқурлик h_k га тўғри келадиган Шези коэффициентни, сув юзаси бўйича кенглик ва намланган периметрдир.

Юқоридаги ифодаларни янада соддалаштириш мумкин. Бунинг учун критик чуқурликка мос келадиган сув сарфи характеристикасини киритамиз. Маълумки, у $K_k = \omega_k \cdot C_k \sqrt{R_k}$ ёки янада соддалаштирсак, $Q_k = K_k \sqrt{i_k}$ ифода билан аниқланади. Демак, критик нишабликни қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$i_k = \frac{Q_k^2}{K_k^2} \quad (17.5)$$

Тинч ва шовқинли оқим. Юқорида кўриб чиқилган критик чуқурлик ва критик нишабликлар оқим ҳолатини аниқлашга имкон беради:

1) агар ўзан туби нишаблиги критик нишабликдан кичик бўлса, яъни $i < i_k$ бўлса, сокин оқим кузатилади, бунда сув юзаси текис бўлади;

2) агар ўзан туби нишаблиги критик нишабликдан катта бўлса, яъни $i > i_k$ бўлса, шовқинли оқим бўлади, бунда сув юзаси нотекис, яъни тўлқинли бўлади, шовқин эшитилади.

Демак, юқорида қайд этилган икки турдаги оқимни сув юзасининг ҳолатига қараб ёки оқим ҳаракати натижасида эшитиладиган товушга қараб ҳам аниқлаш мумкин.

Оқим ҳолатини гидравлик белгиларга қараб аниқлаш қуйидаги жадвалда келтирилган.

Оқим ҳолати	Нишаблик	Чуқурлик
Сокин	$i < i_k$	$h_o > h_k$
Шовқинли	$i > i_k$	$h_o < h_k$
Критик ҳолат	$i = i_k$	$h_o = h_k$

Нотекис ҳаракатнинг асосий белгиси ва масаланинг қуйилиши. Нотекис ҳаракатда чуқурликнинг узунлик бўйича ўзгариши кузатилади. Очiq ўзанларда нотекис ҳаракатни ифодалайдиган дифференциал тенгламани

қидириш $\frac{dh}{dl}$ ҳосилага тенг бўлган ифодани топишдан иборатдир. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини $i > 0$ бўлган ҳол учун чиқаришга ҳаракат қиламиз.

Бернулли тенгламаси ва уни дифференциал кўринишда ёзиш. Дастлаб $i > 0$ бўлган ҳолат учун кўрамиз (17.1 - расм). Ушбу расмда келтирилган ҳар икки қирқим учун Бернулли тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f.$$

Ушбу тенгламани таҳлил қиламиз: $\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma}$; $h_f = dh_f$, чунки $dl \rightarrow 0$.

Шу ҳолатларни ҳисобга олиб, юқоридаги тенгликни қуйидагича ёзамиз:

$$z_1 - z_2 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_2^2}{2g} - \frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_1^2}{2g} + dh_f,$$

бу ерда $z_1 - z_2 = dz$ эканлигини ҳисобга олиб ҳамда тенгликни dl га бўлиб, куйидагиларни ёзишимиз мумкин:

$$\begin{aligned} dz &= d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right) + dh_f; \quad (:dl) \\ \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_2^2}{2g} - \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_1^2}{2g} &= d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right) \\ \frac{dz}{dl} &= \frac{d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right)}{dl} + \frac{dh_f}{dl}. \end{aligned} \quad (17.6)$$

Дифференциал тенгламанинг ташкил этувчиларини гидравлик катталиклар орқали ифодалаш.

Дастлаб $\frac{dh_f}{dl}$ ифодани гидравлик катталиклар орқали белгилашдан бошлаймиз. Маълумки, $\frac{dh_f}{dl} = i_2$ ҳаракат секин ўзгариб борувчи бўлганлиги учун қаршилиқ Шези қонунига бўйсинади, яъни $\mathcal{G} = c\sqrt{R \cdot i_2}$;

$\mathcal{G}^2 = c^2 R i_2$; $i_2 = \frac{\mathcal{G}^2}{c^2 R} = \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}$. Бу ерда $\mathcal{G} = \frac{Q}{\omega}$ эканлиги ҳисобга олинди. Демак,

$$\frac{dh_f}{dl} = i_2 = \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}. \quad (17.7)$$

Иккинчи навбатда $\frac{d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right)}{dl}$ ифодани гидравлик катталиклар орқали белгилаймиз:

$$\frac{d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right)}{dl} = \frac{d\left(\frac{\alpha \cdot Q^2}{2g\omega^2}\right)}{dl} = \frac{-2\alpha \cdot Q^2}{2g\omega^3} \cdot \frac{d\omega}{dl} = -\frac{\alpha \cdot Q^2}{g\omega^2} \cdot \frac{d\omega}{dh} \cdot \frac{dh}{dl} = -\frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} \cdot \frac{dh}{dl}.$$

Демак, юқоридаги ифодани гидравлик катталиклар орқали куйидагича белгилашимиз мумкин:

$$\frac{d\left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2g}\right)}{dl} = -\frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} \cdot \frac{dh}{dl}. \quad (17.8)$$

Навбат (17.7) ифоданинг чап томони, яъни $\frac{dz}{dl}$ ни гидравлик катталиклар орқали белгилашга келди.

Бунинг учун юқорида келтирилган чизмадаги белгилашлардан фойдаланамиз: $dz = ab = ac - bc$; $i = \operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha = \frac{ac}{dl}$;

$ac = i \cdot dl$; $bc = dh$. $dz = i \cdot dl - dh$. Охирги ифодани dl га бўламиз ва куйидагича ёзамиз:

$$\frac{dz}{dl} = i - \frac{dh}{dl}. \quad (17.9)$$

Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгласини тузиш. Юқоридаги (17.7), (17.8) ва (17.9) ифодаларни (17.6) ифодага қўямиз:

$$i - \frac{dh}{dl} = -\frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} \cdot \frac{dh}{dl} + \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}. \quad (17.10)$$

Охирги ифодадан $\frac{dh}{dl}$ ни топиш керак:

$$\begin{aligned} \frac{dh}{dl} - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} \cdot \frac{dh}{dl} &= i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}; \\ \frac{dh}{dl} \left(i - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} \right) &= i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}; \end{aligned}$$

Нишаблик $i > 0$ бўлганда нотекис ҳаракат тенгласи:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}}{i - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}}. \quad (17.11)$$

Нишаблик $i = 0$ учун нотекис ҳаракат тенгласи:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{\frac{Q^2}{\omega^3 c^2 R}}{i - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}} \quad (17.12)$$

Нишаблик $i < 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламаси:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^3 c^2 R}}{1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}} \quad (17.13)$$

Нишаблик $i > 0$ бўлган ҳол учун нотекис ҳаракат тенгламасининг таҳлили. Нишаблик $i > 0$ бўлган ҳол учун нотекис ҳаракат тенгламаси (17.11) кўринишда эди. Шу тенгламани таҳлил этамиз.

1. Таҳлилни (17.11) ифоданинг ўнг томонинг суратидан бошлаймиз. Агар сурат “0” га тенг бўлса, яъни:

$$i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R} = 0 \quad (17.14)$$

бўлса, ўзанда текис ҳаракат бўлади. Чунки (17.11) тенгликнинг ҳар иккала томони ҳам “0” га тенг бўлиб, $dh = 0$ бўлади. Бунинг маъноси шуки, чуқурлик h оқим узунлиги бўйича ўзгармайди ва $i = i_p$ бўлади. Бу ҳолат (17.14)

ифодадан ҳам кўриниб турибди: $i = \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}$ ёки $i = \frac{\omega^2 c^2 R i_p}{\omega^2 c^2 R}$ ифодадан

$$i = i_p \quad (17.15)$$

бўлиб, текис ҳаракат тенгламасидир.

2. Агар (17.11) ифоданинг махражи “0” бўлса, яъни:

$$1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^2} = 0 \quad (17.16)$$

бўлса, куйидагига эга бўламиз.

$$1 = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^2}; \quad \frac{\omega^2}{B} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \quad (17.17)$$

Охирги ифода h_k ни аниқлаш ифодасидир. Демак, мазкур ҳолатда (17.11) ифода куйидаги кўринишга эга бўлади:

$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}}{0} = \infty$, яъни кичик dl масофада $h \rightarrow \infty$ шarti юажарилади. Бу эса гидравлик сакраш ифодасидир.

Синов саволлари:

1. Критик нишаблик қандай аниқланади?
2. Тинч ва шовқинли оқимнинг асосий белгиларини биласизми?
3. Нотекис ҳаракатнинг асосий белгисини айтинг?
4. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини чиқаришда масала қандай қўйилади?
5. Очиқ призматик ўзанда секин ўзгариб борувчи нотекис ҳаракат билан оқаятган суюқликнинг асосий дифференциал тенгламасини чиқариш босқичларини эсланг.
6. Бернулли тенгламаси қандай тартибда дифференциал кўринишда ёзилади?
7. Дифференциал тенгламанинг ташиқил этувчилари гидравлик катталиклар орқали қандай ифодаланади?
8. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси қандай тузилади?
9. Нишаблик $i > 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламасини ёзинг.
10. Нишаблик $i = 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламасини ёзинг.
11. Нишаблик $i < 0$ учун нотекис ҳаракат тенгламасини ёзинг.
12. Нишаблик $i > 0$ бўлган ҳол учун нотекис ҳаракат тенгламаси қандай таҳлил этилади ва таҳлил натижалари нималарга олиб келади?

18 - маъруза

Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини интеграллаш. Ўзанда ҳаракатланаётган сувнинг эркин юзалари шакллари текшириш

Режа:

1. Тўғри нишабликка эга бўлган ўзандаги нотекис ҳаракатнинг асосий дифференциал тенгламасини интеграллаш:

- 1.1. Нотекис ҳаракат тенгламаси;
- 1.2. Нотекис ҳаракат тенгламасини интеграллашни Б.А.Бахметов усули;
2. Ўзанинг гидравлик кўрсаткичини аниқлаш ифодаси;
3. Ўртача чуқурликни аниқлаш ифодаси;
4. Очиқ ўзанларда ҳаракатланаётган суюқликларнинг эркин юзаси шакллари:
 - 4.1. Димланиш эгри чизиги;
 - 4.2. Пасайиш эгри чизиги;
5. Эркин юза шакллариининг типлари.

Тўғри нишабликка эга бўлган ўзандаги нотекис ҳаракатнинг асосий дифференциал тенгламаси қўйидаги кўринишда эди:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}}{1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}}. \quad (18.1)$$

Нотекис ҳаракат тенгламасини интеграллашни Б.А.Бахметов усули. Юқоридаги ифодани интеграллаш билан жуда кўп олимлар шуғулланган. Улар қаторига Б.А.Бахметов, Н.Н.Павловский, И.А.Агроскин ва бошқаларни киритиш мумкин. Биз қуйида тенгламани Бахметов усули билан интеграллашни кўриб чиқамиз. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси Бахметов усули билан интегралланганда қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{i \cdot l}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - j) \cdot [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)], \quad (18.2)$$

бу ерда: i – нишаблик, l -ўзан участкасининг узунлиги, h_0 -нормал чуқурлик, η_1 ва η_2 - нисбий чуқурликлар бўлиб, $\eta_1 = \frac{h_1}{h_0}$; $\eta_2 = \frac{h_2}{h_0}$; ифодалар билан аниқланади, $\varphi(\eta_1)$ ва $\varphi(\eta_2)$ - нисбий чуқурликларга боғлиқ бўлган Бахметов функциялари дейилади.

Бахметов функциясининг қиймати қуйидаги интегрални ечиш билан аниқланади ва улар махсус жадвалда келтирилган:

$$\varphi(\eta) = -\int \frac{d\eta}{\eta^x - 1}, \quad (18.3)$$

бу ерда χ – ўзанинг гидравлик кўрсаткичи деб аталади.

Ўзанинг гидравлик кўрсаткичини аниқлаш ифодаси. Ўзанинг гидравлик кўрсаткичи χ қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\chi = 2 \frac{\lg K_2 - \lg K_1}{\lg h_2 - \lg h_1}. \quad (18.4)$$

бу ерда: h_1 ва h_2 - нотекис ҳаракатдаги чуқурликлар, K_1 ва K_2 – сув сарфи модуллари.

Юқоридаги (18.2) ифодадаги j қуйидаги тенглик билан аниқланади:

$$j = \frac{\alpha \cdot i \cdot c^2}{g} \cdot \frac{B}{\chi}. \quad (18.5)$$

Ўртача чуқурликни аниқлаш ифодаси. Ифодадаги B , χ , C катталиклар $h_{\text{ўрт}} = \frac{h_1 + h_2}{2}$ билан аниқланади.

Юқоридаги катталикларни аниқлаш тартиби ва ҳисоблаш усуллари амалий машғулот дарсларида кенгрок ёритилади.

Очиқ ўзанларда ҳаракатланаётган суюқликларнинг эркин юзаси шакллари. Олдинги дарсларда очиқ ўзанларда ҳаракатланаётган суюқликларнинг эркин юзаси шакллари қуйидаги кўринишларда учраши айtilган эди:

- 1) димланиш эгри чизиги;
- 2) пасайиш эгри чизиги.

Эркин эза шакллариининг типлари. Қайд этиш лозимки, юқоридаги кўринишлар қандай кузатилиш шароитига боғлиқ ҳолда, кўшимча ҳусусиятларга эга бўлади. Бу эса уларни аниқроқ, таснифлашни талаб этади. Қуйида шу масалани амалда кўп учрайдиган $i > 0$ бўлган, лекин тинч – сокин оқим учун кўрамиз. Маълумки, сокин оқим бўлиши учун $h_0 > h_k$, $i < i_k$ шартлари бажарилиши керак.

Мана шундай ҳолатда қуйидаги учта чуқурлик бир-биридан фарқ қилади (18.1 - расм):

1. Зона а, бунда чуқурлик нормал чуқурликдан катта бўлади, яъни $h > h_0$ шarti бажарилади;

2. Зона в, бунда $h_k < h < h_0$ шартини бажаради, яъни чуқурлик h критик ва нормал чуқурликлар оралиғида ётади;

3. Зона с, бунда $h < h_k$ шarti бажарилади.

Шаклда **а, в, с** зоналар бир-бирларидан нормал чуқурлик (NN) ва критик чуқурлик (KK) чизиклари билан ажралиб турибди.

Оқим чуқурлиги h юқоридаги зоналарнинг қайси бирига мос келишига боғлиқ ҳолда ёки, бошқача қилиб айтганда, h_k , h , h_0 лар орасидаги муносабатга боғлиқ ҳолда, эркин юзаларнинг қуйидаги шакллари бир-биридан фарқ қилади:

Зона а, яъни $h > h_0$ да сувнинг эркин юзаси димланиш эгри чизигининг a_I типига мансуб бўлади. Бу тип амалда ташламалар туғонлари, кўприклар ва умуман димланиш ҳосил қиладиган тўсиқлар олдида кузатилади (18.2 - расм).

Зона в, яъни $h_k < h < h_0$ да сувнинг эркин юзаси пасайиш эгри чизигининг v_I типига мансуб бўлади. Бу тип ўзандаги кескин пасайишлар ёки остоналардан олдинда кузатилади (18.3 - расм).

Зона с, яъни $h < h_k$ да сувнинг эркин юзаси димланиш эгри чизигининг c_I типига мансуб бўлади. Бу типдаги эгри чизиклар ташлама туғонларининг қуйи бьефларида ёки сувнинг тўсиқ тагидан оқиб ўтишида кузатилади (18.4 - расм).

Юқорида сокин оқим учун кўрдик. Қуйида шовқинли оқим, яъни $h_0 < h_k$, $i > i_k$ бўлган ҳол учун кўраимиз (18.5 - расм):

Зона а да димланиш эгри чизигининг a_{II} тип кузатилади.

Зона в да пасайиш эгри чизигининг v_{II} тип кузатилади.

Зона с да димланиш эгри чизигининг c_{II} тип кузатилади.

Эгри чизикларнинг a_{II} тип катта нишабликдаги ўзанда тўсиқ бўлганда, v_{II} тип тезоқарда, c_{II} тип эса катта нишабликдаги ўзанда жойлашган тўсиқ тагидан сувнинг оқиб ўтишида кузатилади.

Синов саволлари:

1. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини эсланг.
2. Нотекис ҳаракат тенгламаси Б.А.Бахметов усули билан интегралланганда қандай кўринишга келади?
3. Ўзанинг гидравлик кўрсаткичи қандай ифода билан аниқланади?
4. Ўртача чуқурликни аниқлаш ифодасини биласизми?
5. Эркин юза шакллариининг қандай типларини биласиз?

19 - маъруза.

Гидравлик сакраш, гидравлик сакраш тенгламаси

Режа:

1. Гидравлик сакрашининг кузатилиши;
2. Гидравлик сакрашининг асосий белгиси;
3. Ўзаро боғлиқ чуқурликлар;
4. Гидравлик сакрашни ҳисоблашга оид асосий масалалар:
 - 4.1. h_1 ва h_2 чуқурликларни аниқлаш;
 - 4.2. Гидравлик сакраш баландлигини аниқлаш;
5. Призматик гаризонтал ўзан учун гидравлик сакрашининг асосий тенгламаси;
6. Гидравлик сакраш функцияси;
7. Гидравлик сакраш функцияси графиги;
8. Гидравлик сакраш функцияси графигининг таҳлили;
9. Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлаш;
10. Гидротехник иншоотлар бьефлари туташинининг типлари;
11. Кичрайган қирқимдаги ва у билан туташ чуқурликларни аниқлаш.

Гидравлик сакрашнинг кузатилиши. Гидравлик сакраш деярли барча гидротехник иншоотларнинг куйи бьефларида кузатилади. Шунинг учун ҳам бу ходисани ўрганиш катта илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Гидравлик сакрашнинг асосий белгилари куйидагилардан иборат:

1) гидравлик сакраш қисқа масофада кичик чуқурлик ва катта тезликдан кескин равишда катта чуқурлик ва кичик тезликка ўтишда кузатилади;

2) натижада қисқа масофада шовқинли оқимдан сокин оқимга айланиш кузатилади.

Гидравлик сакраш схемаси 19.1-расмда келтирилган. Ундаги белгилашлар куйидагича:

h_1 - гидравлик сакраш областидан олдиндаги чуқурлик, h_2 - гидравлик сакраш областидан кейинги чуқурлик, a - гидравлик сакраш баландлиги, ϑ_1 - гидравлик сакрашдан олдинги тезлик, ϑ_2 - гидравлик сакрашдан кейинги тезлик, l_n - чуқурликлар кескин ўзгариши кузатиладиган масофа, уни сакраш узунлиги деб атаёмиз.

Ўзаро боғлиқ чуқурликлар. Гидравлик сакраш жараёнида юқоридаги гидравлик элементлар орасида куйидаги муносабатлар кузатилади:

1) $\vartheta_1 > \vartheta_2$; 2) $h_1 < h_2$ 3) $h_1 < h_k$ ва $h_2 > h_k$ 4) $a = h_2 - h_1$.

Юқорида келтирилган h_1 ва h_2 чуқурликлар *ўзаро боғлиқ чуқурликлар* дейилади ва мос равишда 1- туташ ва 2- туташ чуқурликлардир.

Гидравлик сакрашни ҳисоблашга оид асосий масалалар. Гидравлик сакрашни ҳисоблашда куйидагилар асосий масалалар ҳисобланади:

1) h_1 ва h_2 туташ чуқурликларни аниқлаш;

2) сакраш баландлиги (a) ни аниқлаш.

Бу катталиклар эса гидравлик сакраш тенгламасидан фойдаланиб топилади. Куйида гидравлик сакраш тенгламасини призматик горизонтал ўзан учун кўраёмиз.

Призматик гаризонтал ўзан учун гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси. Гидравлик сакраш кузатилаётган призматик горизонтал ўзан участкасини олайлик (19.2 -расм).

Шу участкада 1-1 ва 2-2 қирқимлар билан чегараланган сув ҳажмини ажратиб оламиз. 1-1 қирқимдаги чуқурлик, яъни биринчи туташ чуқурлик - h_1 га тенг бўлсин. 2-2 даги иккинчи туташ чуқурлик эса h_2 га тенг бўлсин.

Кичик Δt вақтда 1-1 ва 2-2 қирқимлар орасидаги сув ҳажми $1'-1'$ ва $2'-2'$ қирқимлар орасига кўчади. Ушбу кўчишда, назарий механика қонунига асосан, ҳаракат микдорининг орттормаси кўчишга мажбур этадиган кучлар импульсларининг йиғиндисига тенг бўлади, яъни:

$$\Delta(m\vartheta) = \sum f_i \cdot \Delta t, \quad (19.1)$$

бу ерда: m - суюқлик массаси, ϑ - тезлик, f_i - кўчиш участкасида таъсир этадиган кучлар. Улар куйидагилардан иборат:

1) оғирлик кучи - $G = 0$, чунки $i = 0$;

2) ишқаланиш кучи, кўчиш масофаси жуда кичик бўлгани учун уни ҳам ҳисобга олмаёмиз;

3) гидродинамик босим кучи, бу куч 1-1 ва 2-2 қирқимларга таъсир этади.

Демак, кучлар импульсини ҳисоблаганда фақат гидродинамик босимни эътиборга оламиз.

Дастлаб (19.1) тенгликнинг чап томони, яъни ҳаркат микдорининг орттормасини аниқлайлик:

$$\begin{aligned} \Delta(m\vartheta) = m \cdot \Delta\vartheta &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot \Delta t}{g} (\alpha \cdot \vartheta_2 - \alpha \cdot \vartheta_1) = \frac{\alpha \cdot Q \cdot \gamma \cdot \Delta t}{g} \left(\frac{Q_2}{\omega_2} - \frac{Q_1}{\omega_1} \right) = \\ &= \frac{\alpha \cdot Q^2 \cdot \Delta t}{g} \gamma \left(\frac{1}{\omega_2} - \frac{1}{\omega_1} \right), \end{aligned} \quad (19.2)$$

бу ерда: $m = \rho \cdot V$; $m = \frac{\gamma}{g} Q \cdot \Delta t$; $\Delta\vartheta = \alpha \cdot \vartheta_2 - \alpha \cdot \vartheta_1$; $\rho = \frac{\gamma}{g}$; $V = Q \cdot \Delta t$; $\vartheta = \frac{Q}{\omega}$ эканлигидан фойдаландик.

Эндиги навбатда юқоридаги (19.1) ифоданинг ўнг томони, яъни кучлар импульсларининг йиғиндисини ҳисоблаймиз. У фақат гидродинамик босимдан иборат. Шунинг учун куйидагича ёзамиз:

$$\sum f_i \cdot \Delta t = P \Delta t = (P_1 - P_2) \Delta t = (\gamma \omega_1 h_{c_1} - \gamma \omega_2 h_{c_2}) \Delta t = (\omega_1 h_{c_1} - \omega_2 h_{c_2}) \gamma \Delta t, \quad (19.3)$$

бу ерда: $P = P_1 + (-P_2)$, $P_1 = \gamma \omega_1 h_{c_1} = \omega_1 P_{c_1}$, $P_2 = -\gamma \omega_2 h_{c_2} = \omega_2 P_{c_2}$ тенгликлардан фойдаландик; P - 1-1 қирқимга таъсир этадиган гидродинамик босим кучи; P - 2-2 қирқимга таъсир этадиган гидродинамик босим кучи; γ - солиштирма оғирлик; ω_1 - 1-қирқимдаги жонли кесма майдони; ω_2 - 2-қирқимдаги жонли кесма майдони; h_{c_1} - 1-қирқимдаги оғирлик маркази жойлашган чуқурлик; h_{c_2} - 2-қирқимдаги оғирлик маркази жойлашган чуқурлик.

Юқоридаги (19.2) ва (19.3) тенгламаларни (19.1) ифодага қўямиз:

$$\frac{\alpha \cdot Q^2 \gamma \cdot \Delta t}{g} \left(\frac{1}{\omega_2} - \frac{1}{\omega_1} \right) = \gamma \Delta t (\omega_1 h_{c_1} - \omega_2 h_{c_2});$$

$$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot \omega_2} - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot \omega_1} = (\omega_1 h_{c_1} - \omega_2 h_{c_2});$$

$$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_1} + \omega_1 h_{c_1} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_2} + \omega_2 h_{c_2}. \quad (19.4)$$

Охирги (19.4) ифода гидравлик сакрашнинг асосий тенгламасидир. Шу тенгламани таҳлил қиламиз. Бунинг учун “сакраш функцияси” тушунчасини киритамиз.

Гидравлик сакраш функцияси. Берилган сув сарфида ва маълум шаклдаги ўзанда (19.4) тенгламанинг чап томони h_1 чуқурликнинг, ўнг томони эса h_2 чуқурликларнинг функцияларидир, яъни:

$$П(h_1) = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_1} + \omega_1 h_{c_1}, \quad П(h_2) = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_2} + \omega_2 h_{c_2}. \quad (19.5)$$

Ушбу ифодага асосан юқоридаги (19.4) ифодани қисқача қуйидагича ёзиш мумкин:

$$П(h_1) = П(h_2), \quad (19.6)$$

Ушбу тенгликдаги $П(h_1)$ ва $П(h_2)$ миқдорлар туташ ёки ўзаро боғлиқ чуқурликларнинг сакраш функциялари дейлади. Ифода қуйидагича ўқилади: туташ чуқурликлар асосида ҳисобланган сакраш функциялари ўзаро тенгдир.

Сакраш функциясини график кўринишида ифодалаш мумкин.

Сакраш функциясининг графиги қуйидаги кетма-кетликда чизилади (19.3 - расм):

1) сув сарфи Q маълум, яъни унинг қиймати берилган;

2) ўзан кўндаланг кесимининг шакли ҳам маълум;

3) чуқурлик h га турли қийматлар берилади;

4) унинг ҳар бир қиймати учун $П(h) = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega} + \omega h_c$ тенглама ёрдамида сакраш функцияси $П(h)$ нинг

қийматлари ҳисобланади;

5) ординита ўқига h , абсциссага $П(h)$ нинг қийматлари қўйилади.

Ушбу графикнинг таҳлили қуйидагилардан дарак беради:

1) функция $П(h)$ чексизликка йўналган икки тармоққа эга:

а) $h_1 \rightarrow 0 \rightarrow П(h_1) \rightarrow \infty$;

б) $h_2 \rightarrow \infty \rightarrow П(h_2) \rightarrow \infty$;

2) маълум чуқурликда эса $П(h)$ минимал қийматга эга. Бу чуқурлик критик чуқурликка мос келади. Демак, қирқимнинг бирлик энергияси каби сакраш функциянинг минимал қиймати ҳам критик чуқурликка мос келади;

3) графикдан кўриниб турибдики, $П(h)$ нинг бир қиймати h нинг икки қиймати мос келади: $h_1 < h_k$ ва $h_2 > h_k$, яъни улар гидравлик сакрашдан олдинги ва кейинги чуқурликлардир. Демак, туташ чуқурликлар h_1 ва h_2 лар бир-бири билан қуйидагича боғланган h_1 қанча кичик бўлса, h_2 шунча катта бўлади;

4) графикдан кўриниб турибдики, берилган Q ва маълум шаклдаги ўзанда жуда кўп туташ чуқурликлар бор, лекин ҳар бир h_1 га фақат битта h_2 тўғри келади;

5) h_k дан абицисса ўқига ўтказилган параллел сакраш функцияси эгри чизигини иккига бўлади. Унинг юқори қисмида $h > h_k$ шarti бажарилиб, сокин оқим, пастки қисми ($h < h_k$) эса шовқинли оқим областини характерлайди;

6) сакраш функцияси графиги $П(h)$ билан қирқимнинг солиштирма энергияси графиги $Э(h)$ ни биргаликда чизиш гидравлик сакраш натижасида йўқотилган энергия ($\Delta Э$) ни аниқлашга имкон беради (19.4 - расм).

Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлаш. Туташ чуқурликларни аниқлашнинг бир нечта усули мавжуд.

1. Танлаш усули.

$$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_1} + \omega_1 h_{c_1} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \omega_2} + \omega_2 h_{c_2} \quad \text{ва} \quad П(h_1) = П(h_2) \quad \text{тенгламалардан } h \text{ нинг бири маълум бўлса,}$$

иккинчисини топиш мумкин. Албатта бунда сув сарфи Q ва ўзан шакли маълум бўлади. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли ўзан учун туташ чуқурликлар қуйидаги кетма-кетликда аниқланади:

1) чуқурлик h га қийматлар берилади;

2) ҳар бир қиймаг учун ω аниқланади;

3) оғирлик маркази жойлашган чуқурлик h_c қуйидаги ифода билан аниқланади: $h_c = \frac{h}{6} \cdot \frac{3b + 2mh}{b + mh}$;

4) сакраш функцияси $\Pi(h)$ ҳисобланади;

5) $h = \Pi(h)$ боғланиш графиги чизилади;

6) графикдан фойдаланиб, исталган h_1 учун унга мос h_2 ни топиш мумкин.

II. *Ҳисоблаш ифодалари.* Юқоридаги усул жуда кўп ҳисоблашларни талаб этади. Ҳисоблашларни осонлаштириш учун А.Н.Рахманов, И.И.Агроскин, Л.С.Башкировларнинг ёрдамчи графиклари ёки А.Н.Рахмановнинг ифодаси мавжуд бўлиб, у қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{1}{\xi_2} = 0,17 + 0,83\xi_1, \quad (19.7)$$

бу ерда: ξ_1 ва ξ_2 – гидравлик сакрашнинг *нисбий чуқурликлари* деб аталади. Улар қуйидагича аниқланади: $\xi_1 = \frac{h_1}{h_k}$;

$$\xi_2 = \frac{h_2}{h_k}.$$

Гидравлик сакрашнинг нисбий чуқурликларини билган ҳолда туташ чуқурликларни қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$h_1 = \xi_1 \cdot h_k, \quad h_2 = \xi_2 \cdot h_k. \quad (19.8)$$

Юқоридаги ифодаларни куллаш чегараси мавжуд. Агар $\xi_2 \leq 5$ шarti бажарилмаса, хатолик катта бўлади.

Гидротехник иншоотлар бьефлари туташишининг типлари. Гидравлик сакрашни ўрганиш натижалари гидротехник иншоотлар бьефларини ҳисоблашда кенг қўлланилади. Ўз навбатида қуйи бьеф учун бажариладиган ҳисоблашлар ҳар қандай гидротехник иншоотларни гидравлик ҳисоблашларнинг асосий қисмидир.

Қуйи бьефларни ҳисоблашда қуйидаги масалалар ҳал қилинади:

- 1) суюқлик оқимининг шакли;
- 2) қуйи бьефдаги сув сатҳларини аниқлаш;
- 3) энергияни сўндириш учун керак бўладигани тўсиқлар сони ва уларнинг ўлчамларини аниқлаш.

Юқоридаги масалалар махсус курсларда кенгрок ўрганилади. Биз эса ушбу масалаларни гидромелиорацияда кўп учрайдиган ташламалар, остоналар, новлар ва тезоқарлар учун кўраимиз.

Дастлаб бьефларнинг туташиш типларини аниқлаш йўли билан танишамиз.

Қуйидаги учта чизмани кўрайлик (19.5 – расм: а, б, с). Ҳар уччала чизмада ҳам тўсиқдан оқиб ўтаётган сув оқими қуйи бьеф билан турли кўринишларда туташган.

Оқиб ўтаётган сувнинг қуйи бьефдаги энг кичик чуқурликка эга бўлган кўндаланг кесими кичрайган қирқим дейилади. Бу қирқимдаги чуқурликни h_c билан белгилаймиз.

Гидравлик сакрашда $h_c < h_k$ ёки бошқача қилиб айтганда бу қирқимда суюқлик шовқинли режимда оқади, h_k - критик чуқурлик.

Агар h_6 қуйи бьефдаги чуқурлик бўлса, гидравлик сакраш натижасида $h_6 > h_k$ бўлади, яъни гидравлик сакрашдан сўнг сув сокин оқади.

Кўриниб турибдики, юқоридаги ҳолларда иншоотдан оқиб ўтаётган суюқлик қуйи бьеф билан гидравлик сакраш орқали туташган. Шунинг учун h_c ни биринчи туташ чуқурлик (h_1) га тенг, яъни $h_c = h_1$ деб олишимиз мумкин. Олдинги дарсларда баён этилган усул билан иккинчи туташ чуқурлик h_c'' ни ҳам топишимиз мумкин. Шу h_c'' ни h_6 билан солиштириб, қуйидаги учта ҳолатни кузатишимиз мумкин:

- 1) $h_c'' > h_6$;
- 2) $h_c'' = h_6$;
- 3) $h_c'' < h_6$.

Шу учта ҳолатга мос равишда бьефларнинг қуйидаги уч типдаги туташиши кузатилади:

I. Йироқлашган гидравлик сакраш орқали туташиш;

II. Яқинлашган гидравлик сакраш орқали туташиш;

III. Сувга қўмилган гидравлик сакраш орқали туташиш.

I типда гидравлик сакраш суюклик тушаётган жойдан анча куйида кузатилади (19.6 - расм).

Ушбу расмда h_c'' кичрайган қирқимдаги h_c чуқурлик билан туташ чуқурликдир. Бу ҳолатда h_c чуқурликка эга бўлган с-с қирқимдан h_c^I чуқурликли 1-1 қирқимгача C_1 типдаги димланиш эгри чизиги кузатилади.

Сўнг h_c^I ва $h_c = h_2$ туташ чуқурликларга эга бўлган гидравлик сакраш кузатилади.

II. Бу типда гидравлик сакраш кичрайган қирқимдан бошланади (19.7 - расм). Юқорида айтганимиздек $h_c'' = h_6$, яъни h_c ва h_6 лар туташ чуқурликлар бўлади.

III. Бу типда кичрайган қирқим сувга қўмилган бўлади ва ундаги чуқурлик $h_c = h_6$ га тенг бўлади (19.8 - расм). Лекин, бунда $h_c'' = h_6$ кузатилади. Ушбу ҳолатда қуйи бьефда гидравлик сакраш кузатилмайди.

Кўриниб турибдики, I тип мақбул эмас, чунки l масофада тезлик катта қийматда кузатилиб, бу ҳолат ўзанинг мустаҳкам бўлишини талаб этади. Энг қулайи III типдир, чунки бунда тезлик кичикдир. Шунинг учун сув иншоотларини лойиҳалашда $h_c'' < h_6$ шартни бажаришга ҳаракат қилинади.

Демак, h_6 ва h_c'' ни билиш муҳим. Маълумки, h_6 ни тўғридан-тўғри ўлчаш йўли билан ёки текис ҳаракат тенгламаси ёрдамида аниқлаш мумкин. h_c'' эса h_c га боғлиқ ҳолда топилади. Демак, h_c ни аниқлаш керакдир.

Кичрайган қирқимдаги ва у билан туташ чуқурликларни аниқлаш. Кичрайган қирқимдаги h_c ва у орқали h_{c_2} чуқурликни топишга имкон берадиган тенгламани излашда қуйидаги гидротехник иншоот схемасидан фойдаланамиз (19.9 - расм).

Қуйидаги белгилашларни киритамиз:

ϑ_0 - оқиб келиш тезлиги;

T - тенглаштириш текислиги 0-0 га нисбатан юқори бьефдаги статик напор;

ϑ_c - кичрайган қирқимда сувнинг оқиш тезлиги;

P_1 - ташлама деворининг баландлиги, юқори бьеф бўйича;

P - қуйи бьефга нисбатан ташлама деворидан баландлиги;

Z - сув сатҳларининг фарқи;

H - напор.

Кичрайган қирқимдаги чуқурлик h_c ни қуйидагича аниқлаймиз. Шу мақсадда а-а ва с-с қирқимлар учун Бернулли тенгламасини тузамиз:

$$\frac{\alpha \vartheta_0^2}{2g} + \frac{P_a}{\gamma} + T = \frac{\alpha \cdot \vartheta_c^2}{2g} + \frac{P_a}{\gamma} + h_c + h_f. \quad (19.9)$$

Ушбу ифодани $H_0 = H + \frac{\alpha \cdot \vartheta_0^2}{2g}$ га ўхшаш ҳолда $T_0 = T + \frac{\alpha \cdot \vartheta_0^2}{2g}$, $h_f = \sum \xi \frac{\vartheta_c^2}{2g}$ белгилашларни ҳисобга олиб, қуйидагича ёзамиз:

$$T_0 = \frac{\alpha \cdot \vartheta_0^2}{2g} + h_c + \sum \xi \frac{\vartheta_c^2}{2g};$$

$$T_0 = h_c + (\alpha + \sum \xi) \frac{\vartheta_c^2}{2g}, \quad (19.10)$$

бу ерда $\sum \xi$ - а-а ва с-с қирқимлар орасидаги системанинг қаршилиқ коэффициентини; T_0 - юқори бьефдаги гидродинамик напор ёки а-а қирқимнинг бирлик энергияси;

Юқоридаги (19.10) ифодадан ϑ_c учун қуйидаги тенгламани оламиз:

$$g_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha - \sum \xi}} \sqrt{2g(T_0 - h_c)}. \quad (19.11)$$

$$\text{Охирги ифода } T_0 = h_c + (\alpha + \sum \xi) \frac{g_c^2}{2g}, \quad (\alpha + \sum \xi) \frac{g_c^2}{2g} = T_0 - h_c, \quad (\alpha + \sum \xi) g_c^2 = (T_0 - h_c) 2g, \quad g_c^2 = \frac{1}{\alpha + \sum \xi} \cdot 2g(T_0 - h_c)$$

ҳисоблашлар натижасида келиб чиққан.

$$\text{Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Куйидаги } \varphi_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha - \sum \xi}} \text{ ҳамда } \vartheta_c = \frac{Q}{\omega_c} \text{ тенгликларни ҳисобга олиб,}$$

кичрайган қирқимдаги сув сарфини ҳисоблаш ифодасини қуйидагича ёзамиз:

$$Q_c = \varphi_c \cdot \omega_c \sqrt{2g(T_0 - h_c)}. \quad (19.12)$$

Охирги ифодада $\varphi_c \cdot \sqrt{2g} = \Phi_c$ эканлигини назарда тутиб, уни қуйидагича ёзамиз:

$$Q_c = \Phi_c \cdot \omega_c \sqrt{T_0 - h_c}. \quad (19.13)$$

бу ерда: ω_c – кичрайган қирқимнинг қўндаланг кесим юзаси (қуйидагича топилади: $\omega_c = (b + mh_c)h_c$; $\omega_c = b \cdot h_c$); φ_c – тезлик коэффициент, ушбу коэффициент сувнинг иншоотдан оқиб ўтишида энергия йўқотилишини ҳисобга олади; Φ_c – тезликнинг иккинчи коэффициенти.

Юқоридаги (19.13) ифода бьефлар туташининг асосий тенгласидир. Бу тенглама Q , φ_c , Φ_c , T , ϑ , b , m лар маълум бўлса, h_c ни танлаш йўли билан аниқлашга имкон беради.

Тўғри бурчакли v кенгликдаги ўзан учун (19.13) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{Q}{b} = \Phi_c \cdot \frac{\omega_c}{b} \sqrt{T_0 - h_c},$$

$$q = \Phi_c \cdot h_c \sqrt{T_0 - h_c};$$

Ушбу ифода эса h_c ни ҳисоблашга имкон беради:

$$h_c = \frac{q}{\Phi_c \sqrt{T_0 - h_c}}. \quad (19.14)$$

Ушбу тенглама танлаш йўли билан ечилади. Биринчи босқичда илдиз остидаги $h_c = 0$ деб қабул қилиниб,

$h_c^1 = \frac{q}{\Phi_c \sqrt{T_0}}$ ифода ҳисобланади. Сўнгра h_c^1 нинг аниқланган қиймати (19.14) ифодадаги илдиз остидаги h_c

ўрнига қўйилади ва шу ифода ёрдамида ҳисоблашлар такрорланади.

Ҳисоблашларда сувнинг оқиб ўтиш ҳолатига боғлиқ ҳолда φ_c (Φ_c) учун қуйидаги қийматлар қабул қилинади (19.10 - расм).

1. Ўзан тубидаги туйнук учун: $\varphi_c = 1,00 - 0,95$;
2. Эгри чизиқли тўсиқли ташламалардан: $\varphi_c = 0,95 - 0,85$;
3. Эгри чизиқли тўсиқсиз ташламалардан: $\varphi_c = 1,00 - 0,90$;
4. Тўсиқли остоналардан: $\varphi_c = 1,00 - 0,97$;
5. Тўсиқсиз остоналардан: $\varphi_c = 1,00$.

Юқоридаги (19.13) ва (19.14) ифодалар билан h_c ни ҳар қандай шаклдаги иншоот учун аниқлаш мумкин. Агар сув тўғри бурчакли ўзанда тўсиқ остидан оқиб ўтса, туйнукдаги каби h_c ни қуйидаги ифода билан ҳисоблаш мумкин: $h_c = \varepsilon' \cdot e$, бу ерда ε' сув оқимининг вертикал кичрайиш коэффициенти бўлиб, у $\varepsilon' = 0,63 - 0,64$ оралиқда ўзгаради, e – тўсиқни кўтариш баландлиги.

h_c билан туташ бўлган h_{c_2} ни ҳисоблаш. Маълумки, бьефлар туташини типини билиш учун h_{c_2} ни ҳисоблаш керак. h_{c_2} олдинги дарсларда баён қилинган усул билан ҳисобланади. Масалан:

$$h_1 = \frac{h_2}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2 \cdot h_2^3}} - 1 \right) \text{ ёки}$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2 \cdot h_1^3}} - 1 \right).$$

Мазкур ҳисоблашларда $h_1 = h_c$, $h_2 = h_{c2}$ деб қабул қилиш керак.

Топилган h_{c2} нинг қийматини h_6 билан солиштириб, бьефлар туташининг шакли аниқланади.

Ҳисоблашларни осонлаштириш учун А.Н.Раҳманов, М.Д.Чертоусов, И.И.Атроскин, Л.С.Башкировлар махсус жадвал ва графикларни таклиф этганлар. Масалан, Л.С.Башкирова усулида ҳисоблашлар қуйидаги кетма-кетликда бажарилади:

1. $\frac{q^{\frac{2}{3}}}{\Theta_0}$ нисбат ҳисобланади, бу ерда $\Theta_0 = T_0$;
2. Махсус жадвалдан $\frac{h_c}{q^{\frac{2}{3}}}$ ва $\frac{h_{c2}}{q^{\frac{2}{3}}}$ нинг қийматлари аниқланади;
3. Шу қийматларга боғлиқ ҳолда h_c ва h_{c2} лар аниқланади.

Синов саволлари:

1. Гидравлик сакраш қандай шароитларда кузатилади?
2. Гидравлик сакрашнинг асосий белгиларини эсланг.
3. Ўзаро боғлиқ чуқурликлар нима?
4. Гидравлик сакрашнинг ҳисоблашга оид асосий масалаларда қандай элементларни ҳисоблаш талаб этилади?
5. Ўзаро боғлиқ h_1 ва h_2 чуқурликлар қандай аниқланади?
6. Гидравлик сакраш баландлиги қандай аниқланади?
7. Призматик гаризонтал ўзан учун гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси қандай кўринишга эга?
8. Гидравлик сакраш функцияси нима?
9. Гидравлик сакраш функцияси графиги қандай чизилади?
10. Гидравлик сакраш функцияси графигининг таҳлили нималардан дарак беради?
11. Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлашнинг қандай усулларини биласиз?
12. Гидротехник иншоотлар бьефлари туташининг қандай типларини биласиз?
13. Кичрайган қирқимдаги у билан туташ чуқурликлар қандай аниқланади?

20- маъруза.

Ўзгарувчан ҳаракат.

Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва ва насадкалар орқали оқиши

Режа:

1. Ўзгарувчан ҳаракат ҳақида;
2. Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва насадкалар орқали оқиши, уларни ўрганишнинг аҳамияти;
3. Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва ва насадкалар орқали оқишини таснифлаш;
 - 3.1. Напорга боғлиқ ҳолда таснифлаш;
 - 3.2. Суюқликнинг оқиб чиқиш ҳолатига боғлиқ ҳолда таснифлаш;
4. Асосий белгилар;
5. Кичик ва катта туйнуқлар;
6. Юпқа ва қалин деворли туйнуқлар;
7. Кичрайиш коэффициенти;
8. Юпқа девордаги ўзгармас напорли кичик туйнуқлар учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари;
9. Суюқликларнинг сувга кўмилган кичик туйнуқлардан оқиши, тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари;
10. Суюқликларнинг катта туйнуқлардан оқиши:
 - 10.1. Сувга кўмилмаган катта туйнуқлар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
 - 10.2. Сувга кўмилган катта туйнуқлар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
 - 10.3. Сувга ярим кўмилган катта туйнуқлар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
11. Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан оқиши;
12. Суюқликларнинг насадкалар орқали оқиши.

Ўзгарувчан ҳаракат ҳақида. Маълумки, ўзгарувчан ҳаракатда оқимнинг барча гидравлик элементлари оқим узунлиги ва вақт бўйича ўзгариб туради. Бундай ҳаракат ўзгарувчан сатҳли идишларга уланган қувурларда, сув омборларидан оқиб чиқадиган дарёларда кузатилади.

Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва насадкалар орқали оқиши, уларни ўрганишнинг аҳамияти. Дастлаб туйнуқлар ва насадкаларнинг бир-биридан фарқини билиб олайлик. Туйнуқ - кўндаланг кесими юзаси нисбатан

кичик бўлган сув оқиб чиқадиган объектдир. Насадка, бу суюқлик босим остида оқиб чиқадиган қисқа қувурдир. Жумрак - насадканинг оддий туридир. Демак, туйнукка қисқа қувур уланса насадка ҳосил бўлади.

Суюқликларнинг туйнуқлар ва насадкалар орқали оқишини ўрганиш катта амалий аҳамиятга эга. Кўпинча гидротехник иншоотларни, шу жумладан шлюзлар, регуляторлар, резервуарларни ва сув омборларининг сувдан бўшаши учун кетган вақтни гидравлик ҳисоблашлар насадка ва туйнуқлар учун чиқарилган ифодалар ёрдамида амалга оширилади.

Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва насадкалар орқали оқишини таснифлаш. Суюқликларнинг кичик туйнуқлар ва насадкалар орқали оқишини таснифлаш напорга, суюқликнинг идишдан оқиб чиқиш ҳолатига боғлиқ ҳолда амалга оширилади.

Напорга боғлиқ ҳолда таснифлаш. Суюқликларнинг туйнуқлар ва насадкалар орқали оқиши қуйидаги икки турда бўлиши мумкин:

- 1) ўзгармас напорда;
- 2) ўзгарувчан напорда.

Суюқликнинг оқиб чиқиш ҳолатига боғлиқ ҳолда таснифлаш. Юқорида қайд этилган ҳар икки ҳолатда ҳам суюқликнинг оқиб чиқиши қуйидаги икки кўринишда бўлиши мумкин:

- 1) очиқ атмосферага оқиш (20.1 – расм, а);
- 2) ёнма-ён жойлашган идишга оқиш (20.1 – расм, б).

Асосий белгилашлар. Туйнук марказидан сув сатҳигача бўлган баландлик идишдаги напорни ифодалайди ва уни H билан белгилаймиз. Туташ идишлардаги напорлар фарқини эса Z билан белгилаймиз, яъни $Z = H_1 - H_2$.

Кўрииб турибдики, Z қанча катта бўлса, туйнукдан шунча кўп сув оқиб чиқади.

Кичик ва катта туйнуқлар. Юқорида баён этилган фикрлар туйнук ва насадкалар учун умумий эди. Қуйида эса фақат туйнуқлар устида тўхталамиз.

Агар туйнукнинг вертикал ўлчами H га нисбатан 5-10 марта кичик бўлса, *кичик туйнук* дейилади, акс ҳолда эса *катта туйнук* деб қабул қилинади.

Юпқа ва қалин деворли туйнуқлар. Туйнук деворининг қалинлиги унинг диаметрининг учга кўпайтирилганидан кичик бўлса, *юпқа деворли*, акс ҳолда *қалин деворли* дейилади, яъни: $\delta < 3d$ юпқа деворли; $\delta > 3d$ қалин деворли, бу ерда: d - туйнукнинг диаметри, ω - туйнукнинг қўндаланг кесим юзаси.

Кичрайиш коэффициенти. Суюқлик туйнукдан оқиб чиқаётганда унинг қўндаланг кесими юзаси маълум сиқилиш натижасида кичраяди (20.2 - расм). Кузатишлардан маълумки, энг кичик кичрайган майдон туйнукдан $0,5d$ масофада кузатилади.

Агар ω_k - суюқликнинг кичрайган қўндаланг кесимининг юзаси, ω - туйнукнинг қўндаланг кесими юзаси бўлса, кичрайиш коэффициенти (ε) қуйидаги ифода билан аниқланади: $\varepsilon = \frac{\omega_k}{\omega}$. Тажрибалардан маълумки,

кичрайиш коэффициенти $\varepsilon = 0,60-0,64$ оралиқдаги қийматларни қабул қилади.

Юпқа девордаги ўзгармас напорли кичик туйнуқлар учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари. Суюқликларнинг туйнуқлардан оқишини ўрганишда кўп ҳолларда тезлик Q ҳамда сув сарфи Q ни аниқлашга тўғри келади. Қуйида шу катталиқларни ҳисоблашда ишлатиладиган ифодаларни чиқаришга ҳаракат қиламиз.

Масалани дастлаб сувга кўмилмаган туйнуқлар учун кўрайлик (20.3 - расм). Чизмада иккита қирқимни ажратиб оламиз. Ҳисоблаш ифодасини чиқаришда Бернулли тенгласига мурожаат этамиз. Ажратилган 1-1 ва 2-2 қирқимлар учун Бернулли тенгласи қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\frac{\alpha \vartheta_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \vartheta_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f. \quad (20.1)$$

Ушбу ифодани таҳлил қиламиз:

1) $\vartheta_1 = \vartheta_0$ деб қабул қиламиз ва у идишдаги сув сатҳини ўзгармас ҳолатда сақлаш учун қўшилаётган суюқликнинг тезлигини ифодалайди;

2) $\vartheta_2 = \vartheta$ деб қабул қиламиз, бу катталик туйнукдан оқиб чиқаётган суюқлик тезлигини ифодалайди;

3) $P_1 = P_2 = P_a$, чунки ҳар икки ҳолда ҳам суюқликка атмосфера босими таъсир этади;

4) $Z_1 = H$, $Z_2 = 0$, чунки тенглаштириш текислиги 0-0 туйнук марказидан ўтади;

$$5) h_f = h_m = \xi_m \frac{g^2}{2g}.$$

Юқорида баён этилган мулоҳазалардан сўнг (20.1) ифодани қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha g_0^2}{2g} + H &= \frac{\alpha g^2}{2g} + \xi_m \frac{g^2}{2g}; \\ \frac{\alpha g_0^2}{2g} + H &= \frac{g^2}{2g} (\alpha + \xi_m); \\ \alpha g_0^2 + 2g \cdot H &= g^2 (\alpha + \xi_m); \\ g^2 &= \frac{\alpha \cdot g_0^2 + 2gH}{(\alpha + \xi_m)} = \frac{1}{\alpha + \xi_m} 2g \left(\frac{\alpha g_0^2}{2g} + H \right); \\ g^2 &= \frac{1}{\alpha + \xi_m} 2g H_0; \\ g &= \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_m}} \sqrt{2g \cdot H_0}; \\ g &= \varphi \sqrt{2gH_0}. \end{aligned} \quad (20.2)$$

Юқоридаги (20.2) ифода туйнукдан оқиб чиқаётган суюқликнинг оқиш тезлигини ҳисоблашга имкон беради. Ушбу ифодани чиқаришда $\frac{\alpha g_0^2}{2g} + H = H_0$ ҳамда $\frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_m}} = \varphi$ белгилашлардан фойдаландик. Бу тенгликларда: H_0 – оқиб келиш тезлиги ҳисобга олиниб, тузатилган напор; φ - тезлик коэффициенти.

Агар $g_0 = 0$ бўлса, у ҳолда $H_0 = H$ шarti бажарилиб, юқоридаги (20.2) ифода $g = \varphi \sqrt{2gH}$ кўринишда ёзилади. Тажрибалардан аниқланишича туйнуқлар учун маҳаллий қаршилик коэффициенти $\xi_m = 0,06$, $\alpha = 1$ эди.

Демак, тезлик коэффициенти $\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+0,06}} \approx 0,97$ га тенг бўлади.

Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Маълумки, сув сарфи қуйидаги ифода билан аниқланади: $Q = \omega_c \cdot g$. Бу ерда $\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$ эканлигини ҳисобга олсак $\varepsilon \cdot \omega = \omega_c$ га тенг бўлади. Демак, сув сарфи ифодаси қуйидаги кўринишга келади:

$$Q = \varepsilon \cdot \omega \varphi \sqrt{2gH_0}, \quad (20.3)$$

бу ерда $\varphi \cdot \varepsilon = \mu$ деб олсак, сув сарфини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH_0}. \quad (20.4)$$

Агар $g_0 = 0$ бўлса, ифода қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH}. \quad (20.5)$$

Юқоридаги ифодаларда келтирилган μ - туйнуқнинг сув сарфи коэффициенти бўлиб, унинг қиймати туйнуқнинг шакли ва турига боғлиқ ҳолда $\mu = 0,60-0,62$ оралдиқда ўзгаради.

Суюқликларнинг сувга кўмилган кичик туйнуқлардан оқиши, тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари.

Ушбу кичик мавзунинг мақсади кичик сувга кўмилган туйнуқлар учун g ва Q ни ҳисоблаш ифодаларини топишдан иборат. Унинг схемаси расмда кўрсатилган (20.4 - расм). Расмда иккита қирқимни ажратиб оламиз.

Ушбу 1-1 ҳамда 2-2 қирқимлар учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$\frac{\alpha g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h. \quad (20.6)$$

Тенгламани таҳлил қиламиз: 1) $\vartheta_1 = \vartheta_0$ $\vartheta_2 = \vartheta$; 2) $P_1 = P_a$, демак, $\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma}$, $\frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + H_2$; 3) $Z_1 = H$; $Z_2 = 0$; 4) $h_f = h_m = \xi_m \frac{g^2}{2g}$.

Юқоридаги фикрларга асосланиб (20.6) ифодани қуйидаги кўринишларда ёзамиз:

$$\begin{aligned} \frac{P_a}{\gamma} + H_1 &= \frac{\alpha g^2}{2g} + \frac{P_a}{\gamma} + H_2 + \xi_m \frac{g^2}{2g}; \\ H_1 - H_2 &= (\alpha + \xi_m) \frac{g^2}{2g}; \\ Z &= (\alpha + \xi_m) \frac{g^2}{2g}; \\ g^2 &= \frac{1}{\alpha + \xi_m} 2gZ; \\ \vartheta &= \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_m}} \sqrt{2gZ}; \\ \vartheta &= \varphi \sqrt{2gZ}. \end{aligned} \quad (20.7)$$

Охирги ифодани чиқаришда $H_1 - H_2 = Z$ ҳамда $\frac{1}{\alpha + \xi_m} = \varphi$ эканлиги эътиборга олинди. Ушбу ифода оқиб

келиш тезлигини ҳисобга олмаганда ишлатилади. Оқиб келиш тезлиги ϑ_0 ҳисобга олинганда эса $Z_0 = Z + \frac{\alpha g_0^2}{2g}$

бўлиб, ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$\vartheta = \varphi \sqrt{2gZ_0}. \quad (20.8)$$

Сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Сув сарфи учун эса оқиб келиш тезлигини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gZ_0}. \quad (20.9)$$

Агар оқиб келиш тезлиги $\vartheta_0 = 0$ бўлса, ифода қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gZ}. \quad (20.10)$$

Барча белгилашлар юқоридаги ифодаларда келтирилган. Ҳисоблашларда $\varphi = 0,97$ ва $\mu = 0,62$ га тенг деб олинади.

Суюқликларнинг катта туйнуклардан оқиши. Суюқликларнинг катта туйнуклардан оқишини гидравлик ҳисоблашларда напорнинг туйнукнинг вертикал ўлчамига боғлиқ ҳолда ўзгаришини ёддан чиқармаслик лозим. Қуйида шу масала устида тўхталамиз.

Дастлаб, *сувга кўмилмаган туйнуклар* учун кўрайлик (20.5 - расм).

Қуйидагича белгилашларни киритамиз:

H_1 - сув сатҳидан туйнукнинг юқори қисмигача бўлган масофа;

H_2 - сув сатҳидан туйнукнинг қуйи қисмигача бўлган масофа;

a - туйнукнинг баландлиги;

b - туйнукнинг кенглиги.

Туйнукни баландлиги dH бўлган кичик туйнукларга бўлиб чиқамиз. Кенглик ўзгармайди. У ҳолда баландлиги dH га тенг бўлган туйнукдан оқиб чиққан сув сарфини кичик туйнуклар учун чиқарилган ифода ёрдамида аниқлаш мумкин: $dQ = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH}$, бу ерда $\omega = dH \cdot b$ эканлигини ҳисобга олсак, $dQ = \mu \cdot dH \cdot b \sqrt{2gH}$ га тенг бўлади.

Катта туйнукдан ўтадиган сув сарфи эса элементар сув сарфларининг йиғиндисидан иборат бўлади:

$$Q = \int dQ = \int_{H_1}^{H_2} \mu \cdot b \cdot dH \sqrt{2gH} = \int_{H_1}^{H_2} \mu \cdot b \sqrt{2gH} dH = \mu \cdot b \sqrt{2g} \int_{H_1}^{H_2} \sqrt{H} dH =$$

$$\mu \cdot b \sqrt{2g} \frac{H^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1} \Big|_{H_1}^{H_2} = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} (\sqrt{H_2^3} - \sqrt{H_1^3}) \text{ ёки}$$

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} (\sqrt{H_2^3} - \sqrt{H_1^3}). \quad (20.11)$$

Сувга кўмилмаган катта туйнуклар учун сув сарфи ифодасини кўраимиз. Айрим ҳолларда сувга кўмилмаган катта туйнуклар учун сув сарфини аниқлашда қуйидаги ифодадан ҳам фойдаланиш мумкин:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot \omega \sqrt{2gH_{\text{ўрт}}}. \quad (20.12)$$

Ушбу ифодада $H_{\text{ўрт}} = \frac{H_1 + H_2}{2}$ ҳамда $\omega = b \cdot a$ ёки $\omega = 0.785 \cdot d^2$ эканлигини ҳисобга олиш зарур.

Энди сувга кўмилган катта туйнуклар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси билан танишамиз (20.6 - расм).

Тенглаштириш текислиги “0-0” ни туйнук марказидан ўтказамиз.

H_1 -юқори томондаги напор, H_2 - қуйи қисмидаги напор. $H_1 - H_2 = Z$ - сув сатҳларининг фарқи.

Сувга кўмилган катта туйнукларни ҳисоблашда кичик туйнукларни учун чиқарилган ифодадан фойдаланамиз:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2g(H_1 - H_2)} = \mu \cdot \omega \sqrt{2gZ}. \quad (20.13)$$

Амалда ярим кўмилган туйнуклар ҳам учраши мумкин (20.7 - расм). У ҳолда умумий сув сарфини икки хил туйнукдан оқиб чиқётган сув сарфи йиғиндисини сифатида аниқлаш мумкин:

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{2}{3} \mu \cdot b(a-t)(\sqrt{Z^3} - \sqrt{H_1^3}) + \mu \cdot b \cdot t \sqrt{2gZ}, \quad (20.14)$$

бу ерда: Q_1 - кумилмаган туйнукдан, Q_2 - кумилган туйнукдан оқиб чиқётган сув сарфлари.

Ярим кўмилган туйнуклардан ўтаётган сув сарфини аниқлашда Н.Н.Павловский ифодасидан ҳам фойдаланиш мумкин:

$$Q = \sigma \mu \cdot \omega \sqrt{2gH_{\text{ўрт}}}, \quad (20.15)$$

бу ерда: σ - сувга кўмилишни ҳисобга оладиган коэффициент, бўлиб унинг қиймати махсус ифода ёрдамида тузилган жадвалдан топилади.

Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан оқиши. Қуйида суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан оқишининг айрим турлари билан танишамиз. Ўзгарувчан сатҳ деганда идишдаги суюқлик сатҳининг кўтарилиши ёки пасайиши тушунилади.

Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан бўладиган оқишини ўрганиш натижасида чиқарилган ифодалар катта идишлар, цистерналарнинг, сув омборларининг тўлиш ёки бўшаш вақтини аниқлашда ишлатилади.

Мавзуни ўрганишда цилиндрик резервуарлардан фойдаланамиз (20.8 - расм). Маълумки, цилиндрда унинг қўндаланг кесимининг юзаси цилиндр баландлиги бўйича ўзгармас бўлади.

Қуйидаги белгилашларни киритамиз: Ω - цилиндрнинг, ω - туйнукнинг қўндаланг кесими юзаси бўлсин.

Идишдан кичик dt вақтда dW ҳажмдаги суюқлик оқиб чиқади. Натижада сатҳ dH га пасаяди ва H_2 ҳолатни эгаллайди.

Цилиндрдан оқиб чиққан сув ҳажимини қуйидаги икки хил йўл билан аниқлаймиз:

$$1) dW = Q \cdot dt = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH} dt;$$

$$2) dW = -\Omega \cdot dH.$$

Маълумки, ҳар икки ҳажм ўзаро тенг, яъни $\mu \cdot \omega \sqrt{2gH} dt = -\Omega \cdot dH$ бўлади.

Бизни цилиндрнинг бўшаши учун кетган вақт қизиқтиради. Уни охириги ифодага асосан қуйидагича аниқлаймиз:

$$dt = -\frac{\Omega dH}{\mu \cdot \omega \sqrt{2gH}}. \quad (20.16)$$

Ушбу ифодани интеграллаймиз.

$$t = -\frac{\Omega}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} \frac{dH}{\sqrt{H}} = -\frac{\Omega}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} \cdot \frac{H^{-\frac{1}{2}+1}}{-\frac{1}{2}+1} \Big|_{H_1}^{H_2} = \frac{\Omega}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} 2\sqrt{H} \Big|_{H_2}^{H_1} = 2 \frac{\Omega}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2});$$

Демак, цилиндр кўринишдаги идишларнинг бўшаши учун кетган вақтни ҳисоблаш ифодаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$t = 2 \frac{\Omega}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}). \quad (20.17)$$

Белгилашлар юқоридаги ифодаларда келтирилган.

Суюқликларнинг насадкалар орқали оқиши. Ҳар қандай юпқа деворли идишдаги кичик туйнукга туташтирилган қиска қувур насадка бўлади.

Насадкаларнинг қуйидаги турлари мавжуд

(20.9 - расм):

- ички цилиндр кўринишда;
- ташки цилиндр кўринишда;
- торайиб борувчи;
- кенгайиб борувчи;
- коноидаль кўринишда.

Насадкалар ҳам сувга кўмилган ёки сувга кўмилмаган бўлиши мумкин.

Уларда суюқликлар ўзгарувчан ва ўзгармас сатҳда оқиши мумкин.

Насадкалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қуйидаги кўринишларда ёзилади:

1) сувга кўмилмаган насадкалар учун:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH}; \quad (20.18)$$

2) сувга кўмилган насадкалар учун:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gZ}. \quad (20.19)$$

Сув сарфи коэффициенти μ нинг қиймати кичик туйнуклардагига нисбатан катта бўлади. Насадканинг турига боғлиқ ҳолда μ қуйидаги қийматларни қабул қилади: а) ички цилиндр кўринишда - 0,82; б) ташки цилиндр кўринишда - 0,71; в) торайиб борувчи - 0,95; г) кенгайиб борувчи - 0,50; д) коноидаль кўринишда - 0,97.

Синов саволлари:

1. Ўзгарувчан ҳаракатнинг асосий белгиларини айтинг ва у қаерларда кузатилади?
2. Суюқликларнинг кичик туйнуклар ва насадкалар орқали оқиши, уларни ўрганишнинг аҳамиятини эсланг.
3. Суюқликларнинг кичик туйнуклар ва насадкалар орқали оқишини таснифлаш белгиларини биласизми?
4. Напорга боғлиқ ҳолда қандай таснифланади?
5. Суюқликнинг оқиб чиқиш ҳолатига боғлиқ ҳолда қандай таснифланади?
6. Кичик ва катта туйнукларнинг фарқи нимада?
7. Юпқа ва қалин деворли туйнуклар қандай аниқланади?
8. Кичрайиш коэффициенти қандай ҳисобланади?
9. Юпқа девордаги ўзгармас напорли кичик туйнуклар учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари қандай кўринишда ёзилади?
10. Суюқликларнинг сувга кўмилган кичик туйнуклардан оқишида, тезлик ва сув сарфи қандай ҳисобланади?
11. Сувга кўмилмаган катта туйнуклар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
12. Сувга кўмилган ва ярим кўмилган катта туйнуклар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишда бўлади?
13. Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан оқиши шароитида идишнинг бўшаши вақти қандай ҳисобланади?
14. Насадкалар орқали оқиб чиқаётган суюқликлар сарфи қандай ифодалар ёрдамида аниқланади?

21 - маъруза

Ташламалар, турлари, таснифи.
Ташламаларни ҳисоблаш ифодалари**Режа:**

1. Ташламаларнинг тавсифи;
2. Ташламаларнинг амалда қўлланилиши ва вазифалари;
3. Ташламаларни ўрганишида қўлланиладиган асосий тушунчалар;
4. Ташламалар таснифи, таснифлаш белгилари;
5. Юпқа деворли ташламалардан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблаш;

Сувга кўмилмаган юпқа деворли ташлама учун;
Сувга кўмилган юпқа деворли ташлама учун.

Ташламаларнинг тавсифи. Сув иншооти ташлама бўлиши учун қуйидаги икки шарт бажарилиши керак:

- 1) иншоот оқим ҳаракатига тўсқинлик қилиши керак;
- 2) сув шу иншоот устидан оқиб ўтиши керак.

Демак, иншоотдан оқиб ўтаётган сув катта туйнукнинг юқори қисмига етмаган ҳолатда у ташлама вазифасини бажаради.

Ташламаларнинг амалда қўлланилиши ва вазифалари. Ташламалар гидротехникада ва мелиорацияда кенг ишлатилади. Улар қуйидаги икки вазифани бажариши мумкин:

- 1) сув сатҳини мослаб туриш;
- 2) сув сарфини аниқлаш.

Ташламалардан фойдаланиб бир неча л/с ли сув сарфидан то бир неча минг м³/с гача бўлган сув сарфини аниқлаш мумкин. Масалан, Россиянинг Куйбишев сув омборига ўрнатилган ташламалар 75000 м³/с гача бўлган сув сарфини аниқлаш имконини беради.

Ташламаларни ўрганишида қўлланиладиган асосий тушунчалар.

Ташламаларни ўрганишида қуйидаги тушунчалардан фойдаланамиз (21.1 – расм: а, б):

ас - ташламанинг юқори қисми “ребро”, “гребень” ёки “порог” дейилади;

δ - ташлама деворининг қалинлиги;

R₁ - ташлама деворининг юқори бьеф бўйича баландлиги;

R - қуйи бьеф бўйича баландлиги;

H – напор;

h_{к.б} - қуйи бьефдаги чуқурлик;

Э_о – оқиб келиш тезлиги;

H_о – тузатилган напор, маълумки $H_o = H + \frac{\alpha g_0^2}{2g}$ эди.

Ташламалар таснифи, таснифлаш белгилари. Ташламалар қуйидаги белгилар бўйича таснифланади:

- 1) ташлама деворининг кўриниши бўйича (юпқа деворли, қалин деворли, амалий профилли) ;
- 2) бьефларнинг туташуви ҳолати бўйича (сувга кўмилмаган, сувга кўмилган);
- 3) ташламанинг планда жойлашишига кўра (тўғри, қишиқ бурчакли, эгри чизикли, ён томонда);
- 4) ўзан табиий ҳолатининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда (кичрайиш, катталашуви);
- 5) сув оқиб ўтадиган қисмининг шаклига боғлиқ ҳолда (тўғри тўртбурчакли, трапецияли, учбурчакли, ярим доира, параболик).

Юпқа деворли ташламалардан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблаш.

Дастлаб сувга кўмилмаган юпқа деворли ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини кўрамиз, яъни $R > h_{к.б}$ (21.2 - расм).

Юқорида айтиб ўтилганидек, йирик туйнукнинг юқори қисми сув сатҳига тегмаса, у ташлама вазифасини бажаради.

Расмда сувга кўмилмаган катта туйнук тасвирланган. Ундан ўтаётган сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} (H_2^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}}), \quad (21.1)$$

бу ерда: μ - сув сарфи коэффиценти, b - туйнукнинг кенлиги, H₂-туйнукнинг пастки деворининг юқори қисмидан сув сатҳигача бўлган масофа, H₁-туйнукнинг юқори деворининг пастки қисмидан сув сатҳигача бўлган масофа.

Расмдаги катта туйнук сувга кўмилмаган ташлама бўлиши учун оқиб ўтаётган сув сатҳи юқори деворга етмаслиги керак, яъни $H_1 = 0$ ва $H_2 = H$ бўлиши керак. У ҳолда ташламанинг чизмаси 21.3 - расмдаги кўринишни олади.

Шу қийматларни юқоридаги (21.1) ифодага қўйсақ, сувга кўмилмаган юпқа деворли ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини оламиз:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (21.2)$$

бу ерда: $\frac{2}{3} \mu = m$ деб белгиласак, ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$Q = m \cdot b \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}}. \quad (21.3)$$

бу ерда m - сув кўмилмаган ташламалар учун сув сарфи коэффицентидир.

Юқоридаги (21.3) ифодада $m \cdot \sqrt{2g} = M$ деб белгилаб, сув сарфини ҳисоблаш ифодасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$Q = M \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (21.4)$$

ушбу ифодада $M = 4,43 \cdot m$ бўлиб, ташламанинг иккинчи сув сарфи коэффиценти деб аталади.

Кўп ҳолларда ташламалар учун сув сарфини аниқлашда оқиб келиш тезлиги ϑ_0 ни ҳисобга олишга тўғри келади. У ҳолда тузатилган напор қуйидаги ифода билан аниқланади: $H_0 = H + \frac{\vartheta_0^2}{2g}$, бу ерда H_0 - оқиб келиш тезлиги ϑ_0 ҳисобга олинб кузатилган напор.

Сув сарфи ушбу ҳолда қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = M \cdot b H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (21.5)$$

Оқиб келиш тезлигини сув сарфининг биринчи коэффиценти “ m ” га тузатма киритиш йўли билан ҳам ҳисобга олиш мумкин. Оқиб келиш тезлигини ҳисобга олиб тузатилган коэффицентни “ m_0 ” билан белгилаймиз. У ҳолда (21.5) ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$Q = m_0 \cdot b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} = M_0 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (21.6)$$

Сув сарфи коэффиценти m_0 ни Коновалов таклиф этган эмперик ифода ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$m_0 = \left(0,407 + \frac{0,045H}{H + P_1}\right) \cdot \left[1 + 0,285 \left(\frac{H}{H + P_1}\right)^2\right], \quad (21.7)$$

бу ерда P_1 – ташлама деворининг юқори бьеф томонидан баландлиги. Юқоридаги (21.7) ифодага ўхшаш тенглик Базен томонидан ҳам таклиф этилган. Ишни осонлаштириш мақсадида (21.7) ифода асосида “ m_0 ” ни аниқлаш жадвали тузилган:

Агар ташламада ён томондан сиқилиш бўлса, яъни $B > b$ бўлса, сув сарфи коэффиценти m_0 қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$m_0 = \left[0,407 + \frac{0,0027}{H} - 0,03 \left(1 - \frac{b}{B}\right)\right] \cdot \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B}\right)^2 \left(\frac{H}{H + P_1}\right)^2\right]. \quad (21.8)$$

Сувга кўмилган юпқа деворли ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.

Ташлама сувга кўмилган бўлиши учун қуйидаги икки шарт бажарилиши керак (21.4 - расм):

- 1) $h_{к.б.} > P$;
- 2) $\frac{Z}{P} < 0,7$.

Юқоридаги икки шарт бажарилгандагина асли ташлама сувга кўмилган деб қабул қилинади. Бундай ташламалар учун сув сарфини ҳисоблашда қуйидаги ифодадан фойдаланиш таклиф этилади:

$$Q = \sigma \cdot b \cdot m_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (21.9)$$

бу ерда σ - сувга кўмилиш коэффиценти деб аталади ва қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\sigma = 1,05 \left[1 - 0,2 \frac{h_n}{P} \sqrt[3]{\frac{Z}{H}} \right], \quad (21.10)$$

бу ерда h_n - ташламанинг сувга кўмилиш коэффициенти деб аталади.

Юқоридаги (21.10) ифодани куйидаги кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$\sigma = 1,05 \left(1 - 0,2 \frac{h_n}{P} \right) \sqrt[3]{\frac{\frac{Z}{P}}{\frac{h_n}{P} + \frac{Z}{P}}}, \quad (21.11)$$

бу ифодада сувга кўмилиш коэффициенти (σ) $\frac{h_n}{P}$ ва $\frac{Z}{P}$ нисбатларнинг функцияси сифатида қаралади. Шунга асосланиб, σ ни аниқлаш учун махсус жадвал тузилган, у куйидаги кўринишда бўлади.

$\frac{Z}{P}$	$\frac{h_n}{P}$									
$\frac{Z}{P}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	...	1,0
0,05										
...										
0,70										

Жадвалдан кўришиб турибдики, $\frac{Z}{P} = 0,70$ гача берилган, чунки $\frac{Z}{P} > 0,7$ шarti бажарилганда ташлама сувга кўмилмаган бўлади.

Синов саволлари:

1. Ташламалар қандай белгилари бўйича тавсифланади?
2. Ташламалар амалда қаерларда қўлланилади?
3. Ташламаларнинг вазифаларини биласизми?
4. Ташламаларни ўрганишида қўлланиладиган тушунчаларни эсланг.
5. Ташламалар қандай белгилари бўйича таснифланади?
6. Юпқа деворли ташламалардан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишда ёзилади?
7. Сувга кўмилмаган юпқа деворли ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
8. Сувга кўмилган юпқа деворли ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишда бўлади?

22 - маъруза

Қалин деворли ва амалий профилли ташламалар. Сув ўлчаш ташламалари

Режа:

1. Қалин деворли ташламалар;
2. Қалин деворли ташламаларни гидравлик ҳисоблаш ифодалари;
3. Амалий профилли ташламалар:
Сувга кўмилмаган амалий профилли ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
Сувга кўмилган амалий профилли ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;
4. Сув ўлчаш ташламалари.

Қалин деворли ташламалар бошқа ташламалардан куйидаги белгилари билан фарқ қилади (22.1 - расм):

1) ташлама қалин деворли бўлиши учун $\delta > (2 \div 3)H$ шарт бажарилиши керак, бу ерда: δ -ташлама деворининг қалинлиги, H -напор;

2) ташлама чўкқиси устидаги чуқурлик h девор қалинлиги бўйича ўзгармас бўлади ва бу ерда сув секин ўзгариб борувчи ҳаракат қилади;

3) чўкки устидаги чуқурлик h билан напор H куйидагича боғланган бўлади: $h = k \cdot H_0$.

Бернадский “ K ” нинг қийматини сув сарфи коэффициенти m га боғлиқ ҳолда ҳисоблаш учун куйидаги эмпирик ифодани таклиф этган:

$$k = \frac{2}{3} - \frac{0,385 - m}{0,95 - m}. \quad (22.1)$$

Қалин деворли ташламаларда сув сарфи коэффицентининг қиймати бошқа турдаги ташламаларга нисбатан кичик бўлиб, $0,32 \div 0,385$ оралиқда ўзгаради. Масалаларда m нинг қиймати берилмаган бўлса, уни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

1) тўғри бурчакли профилли ташлама учун:

$$m = 0,32 + 0,01 \frac{3 - \frac{P}{H}}{0,46 + 0,75 \frac{P}{H}}; \quad (22.2)$$

2) эгри чизикли профилли ташламалар учун эса қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$m = 0,36 + 0,01 \frac{3 - \frac{P}{H}}{1,20 + 1,5 \frac{P}{H}}. \quad (22.3)$$

Қалин деворли ташламаларни гидравлик ҳисоблаш ифодалари. Қалин деворли сувга кўмилмаган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини кўрайлик.

Дастлаб унинг схемаси билан танишамиз (22.1 - расм).

Чизмадан кўришиб турибдики, қалин деворли ташламада иккита астана мавжуд бўлади. Унинг биринчиси чўккиннинг бошланишида, иккинчиси эса чўккиннинг тугаш қисмида бўлади. Қалин деворли ташлама сувга кўмилмаган бўлиши учун:

$$1) h_{н.б.} < P \text{ ёки}$$

$$2) h_n < 0,8H_0 \text{ шартларидан бири}$$

бажарилиши керак.

Қалин деворли ташламаларда Q ни ҳисоблаш учун чизмада иккита қирқимни ажратиб оламиз. Ҳар иккала қирқим учун Бернулли тенгламасини умумий ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{\alpha \mathcal{Q}_1^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + Z_1 = \frac{\alpha \mathcal{Q}_2^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_2 + h_f. \quad (22.4)$$

Юқоридаги тенгламани чизмага асосланган ҳолда таҳлил қиламиз:

$$1. \mathcal{Q}_1 - \text{биринчи қирқимдаги тезлик бўлиб, у } \mathcal{Q}_0 \text{ га тенг, яъни } \mathcal{Q}_1 = \mathcal{Q}_0;$$

$$2. \frac{P_1}{\gamma} + Z = H, \text{ чунки тенглаштириш текислигини ташлама чўкқисидан ўтказдик;}$$

3. Маълумки, \mathcal{Q}_0 ҳисобга олинганда, тузатилган напор қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$H_0 = \frac{\alpha \cdot \mathcal{Q}_0^2}{2g} + H;$$

$$4. \mathcal{Q}_2 - \text{иккинчи қирқимдаги тезлик бўлиб, } \mathcal{Q}_2 = \mathcal{Q} \text{ деб оламиз;}$$

$$5. \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 = h, \text{ яъни ташлама устидан оқиб ўтаётган сувнинг чуқурлиги;}$$

$$6. h_f = \xi \frac{\mathcal{Q}^2}{2g}, \text{ яъни биринчи ва иккинчи қирқимлар орасида йўқотилган напорнинг умумий қиймати.}$$

Юқорида айtilган фикрларни ҳисобга олиб (22.4) ифодани қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$H_0 = \frac{\alpha \mathcal{Q}^2}{2g} + h + \xi \frac{\mathcal{Q}^2}{2g} = \frac{\mathcal{Q}^2}{2g} (\alpha + \xi) + h, \quad (22.5)$$

бу ерда $h = kH_0$ эканлигини ҳисобга олсак, ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$H_0 - h = \frac{\mathcal{Q}^2}{2g} (\alpha + \xi);$$

$$\frac{\mathcal{Q}^2}{2g} (\alpha + \xi) = H_0 (1 - K);$$

Ушбу ифодадан тезлик \mathcal{Q} ни аниқлаймиз:

$$\frac{g^2}{2g} = \frac{2gH_0(1-k)}{\alpha + \xi} \quad \text{ёки}$$

$$g = \sqrt{1-k} \cdot \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi}} \cdot \sqrt{2gH_0}. \quad (22.6)$$

Охирги ифодада $\frac{1}{\sqrt{2+\xi}} = \varphi$ эканлигини ҳисобга олсак, ифода куйидаги кўринишга келади:

$$g = \varphi \sqrt{1-k} \cdot \sqrt{2gH_0}. \quad (22.7)$$

Сув сарфи куйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = g \cdot \omega = \varphi \sqrt{1-k} \sqrt{2gH_0} \cdot v \cdot h.$$

Охирги ифодада $\omega = b \cdot h$ ҳамда $h = k \cdot H_0$ эканлигини ҳисобга олсак, сув сарфини ҳисоблаш ифодаси куйидаги кўринишга келади:

$$Q = \varphi \sqrt{1-k} \sqrt{2gH_0} \cdot v \cdot k \cdot H_0 = \underbrace{\varphi \cdot k \sqrt{1-k}}_m \sqrt{2g} \cdot v \cdot H_0^{\frac{3}{2}}, \quad (22.8)$$

Ушбу ифодада $m = \varphi \cdot k \sqrt{1-k}$ деб қабул қиламиз ва m ни калин деворли ташламалар учун сув сарфи коэффиценти деб атаймиз:

$$Q = m \cdot v \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (22.9)$$

Маълумки, $\varphi_{\max} = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi}} = 1$ эканлигини ҳисобга олсак, сув сарфи коэффиценти $m_{\max} = 1 \cdot k \sqrt{1-k}$

ифода билан аниқланади. Агар $k = \frac{2}{3}$ эканлигини ҳисобга олсак: $m = \frac{2}{3} \sqrt{1 - \frac{2}{3}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,385$ эканлиги келиб чиқади.

Калин деворли ташламаларда ён томондан бўладиган сиқилишни ҳисобга олиш керак бўлса, юқоридаги (22.9) ифода куйидагича ёзилади:

$$Q = \varepsilon \cdot m \cdot v \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}, \quad (22.10)$$

бу ерда ε - сиқилиш коэффиценти бўлиб, куйидаги қийматларнинг функциясидир: $\varepsilon = f\left(\frac{v}{B}; \frac{P}{H}\right)$, v – ташлама чўққисининг кенглиги, B - ўзанининг табиий кенглиги.

Сиқилиш коэффицентини ҳисоблаш учун Замарин куйидаги ифодани таклиф этган.

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{H_0 + b}, \quad (22.10)$$

бу ерда a – устунларнинг сувга кўрсатадиган қаршилигини ифодалайди.

Кўпчилик ҳолларда эса $\varepsilon \approx 0,9$ деб қабул қилинади.

Калин деворли сувга кўмилган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Маълумки, А.Р. Березинский шартига асосан, $h_n > 0,8H_0$ шarti бажарилса, ташлама сувга кўмилган ҳисобланади. Ундан ўтаётган сув сарфи Q миқдори кўмилиш чуқурлиги h_n нинг ортиши билан камая бошлайди. Ушбу ҳолда Q куйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q = \varepsilon \cdot m \cdot \sigma \cdot b \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}, \quad (22.11)$$

бу ерда σ - сувга кўмилиш коэффиценти бўлиб, у $\sigma = f\left(\frac{h_n}{H_0}\right)$ боғлиқлик билан характерланади:

$\frac{h_n}{H_0}$	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.9	0.92	0.94	0.96	0.98
δ	1	0.99	0.97	0.95	0.9	0.84	0.78	0.7	0.59	0.4

Амалий гидротехникада калин дворли сувга кўмилган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси куйидаги кўринишда бўлади:

$$Q = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \nu \cdot h \sqrt{2g(H_0 - h)} = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \nu \cdot h \sqrt{H_0 - h}, \quad (22.12)$$

бу ерда $\phi = \varphi \sqrt{2g}$ бўлиб, тезликнинг иккинчи коэффициентидир.

Охириги (22.12) ифодадан сув сарфи Q ва ташламанинг кенглиги ν маълум бўлиб, H номаълум бўлганда фойдаланиш қулайдир.

Амалий профили ташламалар. Олдинги дарсларда сув сарфини ҳисоблаш ифодалари фақат юпка деворли ташламалар учун кўриб чиқилди. Маълумки, юпка деворли ташламалар лаборатория шароитида ва гидрометрияда кичик сув сарфларини ўлчашда ишлатилади. Гидротехникада эса амалий профили ва қалин деворли ташламалар кўпроқ қурилади. Улар мустақкам бўлиб, катта сув сарфларини бошқаришга ва ўлчашга имкон беради.

Ҳар қандай суғориш системаси учун қурилган бош тўғон амалий профили ташламадир. Амалий профили ташламалар қирқими юзасининг шаклига кўра эгри чизикли, полигонал ва тўғри бурчакли бўлади (22.2 - расм).

Сувга кўмилмаган амалий профили ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси. Қуйида сувга кўмилмаган ва сув кўмилган амалий профили ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодалари билан танишамиз.

Амалий профили ташламаларда ён томондан сиқилиш бўлади. У “ ε ” коэффициент орқали ҳисобга олинади. Юқорида келтирилганидек, ε ни ҳисоблаш учун Замарин қуйидаги ифодани таклиф этган:

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H_0}{H_0 + \nu}, \quad (22.13)$$

Ушбу ифодадаги “ a ” коэффициентнинг қийматлари устунларнинг планда кўринишига боғлиқ бўлиб, 22.3 - расмда кўрсатилганидек ўзгаради.

Юқоридагиларни билгандан сўнг, амалий профили сувга кўмилмаган ташламалар учун сув сарфини ҳисоблашда қуйидаги ифодадан фойдаланамиз:

$$Q = \varepsilon \cdot m \cdot \nu \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (22.14)$$

Ифодадаги m – сув сарфи коэффициенти бўлиб, ташлама профилининг кўринишига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Эгри чизикли профили ташламаларда $m = 0.42 \div 0.49$ оралиғидаги қийматларни қабул қилади.

Тўғри чизикли ва полигонал профили ташламаларда эса $m = 0.38 \div 0.45$ гача бўлган қийматларни қабул қилади.

Амалий профили сувга кўмилган ташламалар учун сув сарфи ифодаси.

Амалий профили ташламалар сувга кўмилган бўлиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак (22.4 - расм):

- 1) $h_{к.б.} > P$;
- 2) $\frac{Z}{P} < 0,7$;
- 3) $\frac{h_n}{H} > 0,4$.

Юқоридаги учта шарт бажарилгандагина амалий профили ташлама сувга кўмилган ҳисобланади. Юқоридаги расмдан қуйидаги тенгликлар мавжуд эканлиги кўриниб турибди:

- 1) $Z = (H + P) - h_{к.б.}$;
- 2) $h_n = h_{к.б.}$ ёки $h_n = H - Z$.

Ташламанинг сувга кўмилиши ундан оқиб ўтаётган сув сарфининг камайишига олиб келади ёки бошқача қилиб айтганда h_n нинг орта бориши билан сув сарфи Q камая боради.

Сув сарфининг камайиши сувга кўмилиш коэффициенти σ ни киритиш билан ҳисобга олинади:

$$Q = \sigma \cdot \varepsilon \cdot m \sqrt{2g} \cdot b \cdot H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (22.15)$$

Охириги ифодадаги σ ни қуйидаги жадвалдан топамиз:

$X_{ш/н}$	0,4	0,5	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
δ	0,99	0,99	0,96	0,94	0,91	0,86	0,80	0,70	0,58	0,41	0

Сув ўлчагич ташламалар. Ушбу кичик мавзуда сув ўлчагич ташламаларнинг куйидаги икки тури билан танишамиз:

- 1) учбурчакли сув ўлчагич ташламалар;
- 2) трапеция шаклидаги сув ўлчагич ташламалар.

Ҳар икки турдаги ташламалардан сув сарфларини аниқлашда фойдаланилади.

Шаклдан (22.5-расм) кўриниб турибдики, учбурчакли ташламадан оқиб ўтадиган сув сарфи бурчак θ га ва напор H га боғлиқ. Ушбу ҳолда сув сарфи Q ни ҳисоблаш ифодаси куйидаги кўринишда бўлади:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2gtg} \frac{\theta}{2} \cdot H^{2,47}, \quad (22.16)$$

бу ерда: μ - сув сарфи коэффициенти, $\mu = 0,62$; θ - ташлама деворлари ҳосил қилган бурчак; H - напор.

Кўп ҳолларда амалиётда тўғри бурчакли, яъни $\theta = 90^\circ$ ли ташламалардан фойдаланилади. Бу турдаги ташламани Томсон таклиф этган ва у Томсон ташламаси деб номланади. Унда $\theta = 90^\circ$ эканлигини ҳисобга олсак:

$$\frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \cdot tg \frac{90^\circ}{2} = \frac{8}{15} \cdot 0,62 \cdot 4,43 \cdot tg 45^\circ = 1,343.$$

Шу ҳолатни ҳисобга олиб, (22.16) ифодани куйидагича ёзамиз:

$$Q = 1,343 \cdot H^{2,47}. \quad (22.17)$$

Демак, (22.16) ва (22.17) ифодалардан юпқа деворли уч бурчакли сувга кўмилмаган ташламалар учун сув сарфини ҳисоблашда фойдаланиш тавсия этилади.

Трапеция шаклидаги ташламалар учун сув сарфи Q ни ҳисоблаш ифодасини чиқаришда куйидагича иш юритамиз.

Трапеция шаклидаги ташламани уч бурчакли ва тўрт бурчакли ташламалар йиғиндисидан иборат деб қабул қиламиз (22.6 - расм).

Маълумки, сувга кўмилмаган тўғри тўрт бурчакли ташлама учун сув сарфи Q куйидаги ифода билан аниқланар эди:

$$Q_{\square} = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (22.18)$$

Юқорида кўрганимиздек, уч бурчакли ташлама учун эса Q куйидаги ифода билан аниқланар эди;

$$Q_{\Delta} = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2gtg} \frac{\theta}{2} H_0^{2,5}. \quad (22.19)$$

Ҳар иккала ифоданинг йиғиндиси трапеция шаклидаги ташламадан оқиб ўтаётган сув сарфини ҳисоблаш ифодасини беради:

$$Q_{\text{трап}} = Q_{\square} + Q_{\Delta} = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}} + \frac{8}{15} \mu \sqrt{2gtg} \frac{\theta}{2} H_0^{2,5} = \mu \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}} \left(\frac{2}{3} b + \frac{8}{15} tg \frac{\theta}{2} H_0 \right), \quad (22.20)$$

бу ерда b - трапеция пастки асосининг кенглигини ифодалайди.

Кўп ҳолларда трапеция шаклидаги ташламанинг Чеполетти тури қўлланилади. Бундай ташламада куйидаги шартлар бажарилиши керак:

- 1) $b > 3H$;
- 2) $a = \frac{H}{4}$.

Сув сарфи эса куйидаги ифода билан аниқланади

$$Q = 1,865 \cdot b \cdot H_0^{\frac{3}{2}}. \quad (22.21)$$

Юқорида кўриб чиқилган ташламаларнинг Томсон ва Чеполетти турларидан лаборатория ёки дала тадқиқотларида фойдаланиш катта қулайлик яратади.

Синов саволлари:

1. Қалин деворли ташламаларнинг қандай турларини биласиз?
2. Қалин деворли ташламаларни гидравлик ҳисоблаш ифодаларини ёзинг.
3. Қалин деворли ташлама сувга кўмилмаган бўлиши учун қандай шартлар бажарилиши керак?
4. Амалий профилли ташламаларнинг қандай турлари мавжуд?
5. Сувга кўмилмаган амалий профилли ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодасини биласизми?
6. Сувга кўмилган амалий профилли ташламалар учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси қандай кўринишга эга?
7. Сув ўлчаши ташламаларининг қандай турларини биласиз?

ТЕСТ ТОПШИРИҚЛАРИ

“Тасдиқлайман”
география факультети
декани _____
доц. Махаммадалиев Р.Й.
“ 29 ” август 2011 й

5440600-Гидрометеорология йўналиши 2-курс талабалари учун
“Умумий ва махсус гидравлика” фанидан
тестлар

Т.р.	Саволлар	Жавоблар			
		А	Б	С	Д
1	Гидравлик радиус R қандай аниқланади?	$* \frac{\omega}{\chi}$	$\frac{\omega}{\nu}$	$\frac{Q}{\omega} H$	$\frac{Q}{\omega H}$
2	Радиуси r , жонли кесма майдони ω бўлган оқимнинг намланган периметри қандай аниқланади?	$* \pi d$	$4\pi R$	$2\sqrt{2}\pi R$	$\sqrt{2}\pi R$
3	Кенглиги b , чуқурлиги h бўлган тўртбурчак шаклидаги қўндаланг қирқимнинг гидравлик радиуси (R) нимага тенг?	$* \frac{bh}{b+2h}$	$\frac{Q}{Vh}$	$\frac{hb}{2}$	$\frac{hb}{b+2H}$
4	Пьезометрик босим қандай ифодланади?	$* \frac{p}{\gamma}$	$z + \frac{p}{\gamma}$	$z + \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{g}$	$\frac{u^2}{2g}$
5	Диаметри d , тезлиги v бўлган қувурдаги сув сарфини аниқланг?	$* 0.785d^2 \cdot g$	$\frac{gJ}{64\nu} d^3$	$\frac{\pi g d^3}{36\nu}$	$0.785d \cdot v$
6	Шези коэффициентини (C) қандай аниқланади?	$* \sqrt{8g/\lambda}$	$g\sqrt{8/\lambda}$	$g\sqrt{8\lambda}$	$g\sqrt{8\lambda}$
7	Пьезометрик нишаблик (J) ифодаси:	$* \frac{d}{ds} \left(\frac{p}{\gamma} - z \right)$	$\frac{d}{ds} \left(z - \frac{p}{\gamma} \right)$	$\frac{dz}{ds}$	$-\frac{d}{ds} \left(\frac{p}{\gamma} \right)$
8	Ўртача тезлик учун Шези формуласи...	$* C\sqrt{RJ}$	$\sqrt{\frac{Q}{\omega} C}$	$C\sqrt{JR}$	$\sqrt{\frac{Q}{\omega} C}$
9	Узунлик бўйича йўқотилган напор ($h_{y\ddot{z}}$) қандай аниқланади?	$* \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}$	$\frac{Q^2}{\omega^2} \cdot \frac{1}{R}$	$\frac{V^2 L}{C^2 R}$	$\frac{\omega}{Q} \cdot \frac{R}{L}$
10	Текис ҳаракатдаги сув сарфи (Q) ифодаси:	$* \omega \cdot C\sqrt{RJ}$	$R\omega\sqrt{CJ}$	$RC^2\sqrt{J}$	$R^2 C\sqrt{\omega J}$
11	Дарси коэффициентини (λ)ни аниқлашнинг Шифринсон ифодаси?	$* 0.11 \left(\frac{K_2}{d} \right)^{0.25}$	$8 \frac{Q}{R\omega}$	$8 \left(\frac{u_*}{u_{cp}} \right)^2$	$0.125 \cdot N\lambda$
12	Босим кучи (P)ни ҳисоблаш ифодаси:	$* \omega \cdot p_c$	$C\gamma h$	ρJgh	$\rho \frac{V^2}{2Q}$

13	Вакуум(P_v) қандай аниқланади?	* $P_a - P$	$P_a - P_d$	$P + P_{узб}$	$P + P_a$
14	Узунлик бўйича йўқотилган напор($h_{уз}$)ни ҳисоблаш учун Дарси-Вейсбах ифодаси:	* $\lambda \frac{\ell V^2}{d 2g}$	$\xi \frac{V^2}{2g}$	$\lambda \cdot \nu \cdot \kappa$	$\lambda \cdot P \frac{\varphi}{\mu}$
15	Учбурчак шаклидаги ўзан кўндаланг кесимининг юзаси:	* $\frac{b \cdot h}{2}$	$0,185 \sqrt{\left(\frac{Q}{m}\right)^2} \alpha$	$0,745 \sqrt{\frac{Q^2}{m^2}} \alpha g$	$0,365 \sqrt{\frac{m^2}{Q^2}} \alpha g$
16	$b=2m$; $h=1,2m$ бўлса, учбурчак шаклидаги ўзаннинг кўндаланг кесими юзаси:	* $1,2m^2$	$1,4m^2$	$1.6m^2$	$2,4m^2$
17	$Q = 250 \text{ м}^3/\text{с}$, $b = 12 \text{ м}$ бўлганда кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклидаги ўзан учун критик чуқурлик (h_k) нимага тенг?	*6,65	3,65	3,56	6,23
18	Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклидаги ўзан учун критик чуқурлик (h_k) ни ҳисоблаш ифодаси:	* $\sqrt{\frac{q^2}{g}}$	$\sqrt{\frac{q}{d}}$	$\sqrt{\frac{q}{h}}$	$\sqrt{\frac{q^2}{b}}$
19	Кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлган ўзаннинг гидравлик радиуси (R) қандай аниқланади?	* $\frac{(b + mh) \cdot h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$	$\frac{\omega}{(1 + \beta\sqrt{1 + m^2})h}$	$\frac{\beta(1 + \beta m)}{1 + 2\beta\sqrt{1 + m^2}}$	$\frac{\omega}{1 + 2\beta\sqrt{1 + m^2}}$
20	Критик чуқурликни аниқлаш учун қайси тенглик ўринли?	* $\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$	$\frac{\omega^3}{\epsilon} = \frac{Q^2}{2\epsilon}$	$\frac{\omega^3}{\epsilon^3} = \frac{Q^2}{g}$	$\frac{\omega^2}{\epsilon} = \frac{Q}{g}$
21	Тезлик напори учун тўғри формулани танланг:	* $\frac{V^2}{2g}$	$\frac{V}{g}$	$\frac{V^2}{g^2}$	тўғри формула йўқ.
22	Идеал суюқлик учун гидравлик нишаблик ифодаси:	$i_z = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2g} + z_1\right) + \left(\frac{v_2^2}{2g} + z_2\right)}{L}$	$i_z = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2\right)}{L}$	$i_z = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_0\right)}{L}$	$i_z = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2g} + z_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + z_2\right)}{L}$
23	Томсон ташламаси учбурчак шаклида бўлиб, бурчаги:	* 90^0	45^0	30^0	60^0
24	Изобара – бу:	тенг босимлар чизиғи	сувнинг лойикалиги ўзгармас чизик	сувнинг ҳарорати ўзгармас чизик	сувнинг минераллашуви
25	Гидравлик нуктаи назаридан $\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)$ ифода қандай номланади?	*потенциал энергия	пьзометрик баландлик	геодезик	гидравлик тазийқ
26	Ортиқча гидростатик босим ифодаси:	* γh	$P_A - P_0$	$P_A + P_0$	$P_A + \gamma h$
27	Кўмилиш коэффицентининг қиймати ташлама деворининг баландлиги	*камаяди	ортади	ўзгармасдан қолади	аввал ошиб, кейин камаяди

	ошиши билан:				
28	Қайси ҳолда пьезометрик чизиқ напор чизигига параллел бўлади?	*кувурдаги текис ҳаракатда	очиқ оқимдаги текис ҳаракатда	кувурда текис бўлмаган ҳаракатда	очиқ оқимда текис бўлмаган ҳаракатда
29	Гидравлик сакрашда чуқурлик:	*ортади	камаяди	ўзгармай қолади	сув сатҳи тўлқинсимон бўлади
30	Идеал суюқлик – бу:	*босим таъсирида ҳажми ўзгармайди, ёпишқоқликка эга эмас	кучланиш вектори \vec{P}_n таъсир этаётган сирт нормалига параллел	мутлак қўзғалувчан	мутлак тиник
31	Гидростатик босим – бу:	*оғирликнинг юзага нисбати	оғирликнинг суюқлик ҳажмига нисбати	оғирликнинг унинг ҳароратига нисбати	оғирликнинг унинг чуқурлигига нисбати
32	Қўйидаги ўзанлардан қайси бири призматик бўла олмайди?	*доира шаклидаги	тўғри бурчакли	трапеция шаклидаги	параболик
33	Қандай ҳолда жўшқин оқим бўлади?	* $h > h_k$	$h < h_k$	$h = h_k$	$h \rightarrow h_k$
34	Манометрик босим – бу:	*тўлиқ босим ва атмосфера босимлари айирмаси	тўла гидростатик ва ортикча босимлар айирмаси	ортикча ва атмосфера босимлар айирмаси	тўла гидростатик ва вакуум айирмаси
35	Қандай ўзанда текис ҳаракат кузатилади?	*ўзан туби тўғри нишабликка эга бўлган призматик ўзанда	туби горизонтал бўлган ўзанда	туби тескари қияликда бўлган ўзанда	туби ўзгарувчан қияликдаги ўзанда
36	Вентури сув ўлчагининг сиқилган қисмида гидродинамик босим қандай ўзгаради?	*камаяди	ошади	вакуум ҳосил бўлади	ўзгармайди
37	Очиқ ўзанда сувнинг текис ҳаракати қандай шароитда ҳосил бўлади?	*ҳаракатлангир увчи куч гидравлик қаршиликка тенг бўлса	оғирлик кучи қаршилик кучидан катта бўлса	оғирлик кучи қаршилик кучидан кичик бўлса	ўзанда тўсик бўлганда
38	Оқимнинг қўндаланг кесими қандай шаклда бўлганда сув сарфи энг катта бўлади?	*параболик	учбурчак	тўғри бурчакли тўртбурчак	трапецоидал
39	Кувурдаги оқим ламинар ҳаракатдан турбулентга ўтади, агар:	* $Re > 2300$	$Re < 2300$	$Re = 2300$	$Re = 330$
40	Сувнинг зичлиги қандай ҳароратда энг катта бўлади?	* $4^0 C$	$0^0 C$	$50^0 C$	$100^0 C$
41	$0,7 \text{ м}^3$ ҳажмли денгиз суви қандай оғирликда бўлади?	0,72тонна	10тонна	7,18 тонна	0,75 тонна
42	Тўлиқ гидростатик босимни ҳисоблаш ифодаси:	* $P = P_0 + \gamma h$	$P = P - P_a$	$P = \gamma h$	$P = P_0$
43	Ясси деворга ҳар хил чуқурликдаги икки томонлама суюқлик босимининг эшораси қандай шаклда бўлади?	*трапеция	тўғри тўртбурчак	тўғри бурчакли учбурчак	тўғри бурчакли трапеция
44	Нефть	*11,3тонна	4,8тонна	2,4тонна	5,5тонна

	$(\gamma_n = 0.8 \frac{m}{M^3})$ сақланаётган идиш тубининг диаметри 3 м, чуқурлиги 2 м бўлса, унинг тубига бўлаётган йиғинди босимни топинг.				
45	Реал суюқлик оқими учун Бернулли тенгламаси:	$* \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_f$	$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$	$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + z_2 + h_{00}$	$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_{00}$
46	Пьезометрик нишабликни ҳисоблаш ифодаси:	$* i_p = \frac{\left(\frac{P_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\gamma} + z_2\right)}{L}$	$* i_p = \frac{\left(\frac{P_1}{\gamma}\right) - \left(\frac{P_2}{\gamma} + h_w\right)}{L}$	$i_p = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2g} + z_1\right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + z_2\right)}{L}$	$i_p = \frac{\left(\frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_w\right)}{L}$
47	Суюқлик оқими энергиясининг йўқотилиши нимага боғлиқ?	*гидравлик қаршиликка	оқим тезлигига	минераллашувга	ҳаракат тарзига
48	Гидравлик радиус - бу:	*кўндаланг кесим юзасини намланган периметрга нисбати	кўндаланг кесим юзасининг чуқурликка нисбати	чуқурликнинг кенгликка нисбати	кенгликнинг чуқурликка нисбати
49	Кўндаланг кесими юзаси ва нишаблиги ўзгармас ўзандаги суюқлик қандай ҳаракатда бўлади?	*текис	сокин	шиддатли	текисмас
50	Шези коэффициентини "С" қандай ўлчам бирлигига эга?	$* \frac{\sqrt{M}}{c}$	$M^{1/2} \cdot c$	M/c	M^2/c
51	Шези коэффициентини ҳисоблаш ифодасининг қайси бирида даража кўрсаткичи ўзгарувчан?	*Н.Н.Павловский	Маннинг	Форхгеймер	Агроскин
52	Кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлган ўзанининг сув сатҳи бўйича кенглиги:	* $B = b + 2mh$	$B = b + 2mb$	$B = h + 2mb$	$B = b + 2bh$
53	Трапеция шаклида бўлган ўзанининг кўндаланг кесими юзаси:	* $\omega = (b + mh)h$	$\omega = (b + m)h$	$\omega = (b + h)h$	$\omega = (b + mh)b$
54	Трапеция шаклида бўлган ўзанининг намланган периметри:	* $\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$	$\chi = 2h\sqrt{1 + m^2}$	$\chi = b + h\sqrt{1 + m^2}$	$\chi = b + 2\sqrt{1 + m^2}$
55	Қандай насадканинг сув сарфи коэффициенти 0,82 га тенг?	*ички цилиндр	ташқи цилиндр	торайиб борувчи	кенгайиб борувчи
56	Қандай насадқада оқиб чиқиш тезлиги энг катта бўлади?	*торайиб борувчи	ички цилиндр	ташқи цилиндр	кенгайиб борувчи
57	Томсон ташламасини ҳисоблаш ифодасидаги асосий гидравлик катталиқ:	*Н	b	h	ω
58	Сакраш функциясининг ифодаси:	$* \frac{Q^2}{g\omega} + h_c \cdot \omega$	$\frac{Q}{g\omega_1} + \gamma_1 \omega_1$	$\frac{Q^2}{g\omega_1^2} + \gamma_1 \omega_1$	$\frac{Q^2}{g\omega_1} + \gamma_1 \omega_1^2$
59	Гидравлик сакрашда чуқурлик қандай ўзгаради?	*катталашади	камаяди	ўзгармайди	ўзгаради
60	Гидравлик зарбада оқим тезлиги:	*кескин ўсади	ўзгармайди	кескин камаяди	ихтиёрый ўзгаради
61	Шиддатли оқим қуйидаги ҳолда кузатилади:	* $h > h_n$	$h < h_{нб}$	$h = h_{нб}$	$h \rightarrow h_k$
62	Каналнинг энг қулай	*параболик	энг катта	энг катта	энг катта

	кўндаланг қирқими шакли:		чуқурликли	кенгликли	намланган периметирли
63	Канал девори қиялигини ифодаловчи коэффициент:	*девор қиялик бурчагининг тангенси	девор қиялик бурчагининг синуси	девор қиялик бурчагининг косинуси	девор қиялик бурчагининг котангенси
64	“Умумий ва махсус гидравлика “курси неча қисмдан иборат?	*2	3	4	6
65	”Умумий гидравлика“ нинг таркибий қисмлари:	*гидростатика, гидродинамика	гидростатика, гидрофизика	гидрофизика, гидрохимия	гидродинамика, гидробиология
66	“Умумий ва махсус гидравлика “ фанининг махсус қисми қандай номланади?	*дарёлар гидравликаси	сув омборлари гидравликаси	ўзан оқими динамикаси	гидромеханика
67	Архимеднинг гидравликага оид қандай асарини биласиз?	*“Сузувчи жисмлар ҳақида”	“Сувнинг ҳаракати ҳақида “	“Сувни ўлчаш ҳақида”	“Сувнинг ҳаракати ва уни ўлчаш ҳақида”
68	Суюқликнинг асосий физик хусусиятларини ифодалайдиган катталиклар:	*солиштирма оғирлик, зичлик, ёпишқоқлик, сиқилувчанлик	солиштирма оғирлик ҳажмий оғирлик, зичлик, босим кучи	ҳадмий катталаш ш коэффициентини, зичлик, солиштирма оғирлик	зичлик, солиштирма оғирлик абсалют ёпишқоқлик каэффиценти
69	Гидростатика нимани ўрганади?	*тинч ҳолатдаги суюқликлар, уларнинг мувозанат шарт қонуниятларини	ҳаракатдаги суюқликларни	тинч ҳолатдаги суюқликларни, уларга таъсир этувчи кучларни	ҳаракатдаги суюқликларни ва уларга таъсир этувчи ички ва ташқи омиллар
70	Гидростатиканинг асосий тушунчалари:	*гидростатик босим, босим кучи, гидростатик напор, пьезо метрик напор, тўлиқ гидростатик босим, эркин сатҳдаги босим, манометрик босим, Архимед кучи	гидростатик босим, босим кучи, ташламалар, гидравлик нишаблик. гидравлик сакраш	ўртача гидростатик босим, ортиқча гидростатик босим	эркин сатҳдаги манометрик босим
71	Гидростатиканинг асосий тенгламаси:	* $P = P_0 = P_u$	$T = av = c$	$P_u = av = c$	$P = P_0 = av$
72	Йиғинди босимни ҳисоблашнинг универсал ифодаси:	* $P = W * P_c$, W – юза, P_c - оғирлик марказига таъсир этадиган гидростатик босим	$P = W * P_c$, W – баландлик, P_c - гидростатик босим	$P = W * P_c$, W – юза, P_c - оғирлик маркази	$P_c = W * P_0$, W – солиштирма оғирлик, P_0 – эркин сатҳдаги босим
73	Сув сарфи доимийлиги тенгламаси:	* $V_1 \cdot W_1 = V_2 \cdot W_2$;	$V_1 \cdot W = V \cdot W_2$;	$Q = Q_2 \cdot Q_1$;	$Q = W \cdot V$;
74	Суюқлик ҳаракатининг турлари:	*ўзгармас ҳаракат(текис ҳаракат, текисмас ҳаракат), ўзгарувчан ҳаракат	ўзгарувчан ҳаракат, ўзгармас ҳаракат, текис ҳаракат	ўзгармас ҳаракат, ўзгарувчан ҳаракат	текис ҳаракат, текисмас ҳаракат, ўзгарувчан ҳаракат
75	Текис ҳаракат тенгламаси:	* $I_z = I_p = I_{ёки}$	$Q_1 = \Delta W \cdot V_1$	$I = hf / l$	$hf = h_{y3} = h_m$

		$Z_1 - Z_2 = h f$			
76	Суюқлик харакати режимининг турлари:	*ламинар харакат, турбулент харакат	текис харакат, текисмас харакат	ўзгарувчан харакат, ўзгармас харакат	динамик харакат, механик харакат
77	Трапеция шаклидаги канал кўндаланг қирқими юзасини ҳисоблаш ифодаси:	$W = (v = mh) h$	$W = v = h$	$R = W / X$	$X = v = mh$
78	Сув оқими кўндаланг қирқими солиштирма энергияси ифодаси:	$*\Theta = h = \alpha V^2 / 2g$	$\Theta = h_c = \alpha V^2 / 2g$	$\Theta = h_\kappa = \alpha V^2 / 2g$	$\Theta = \alpha V^2 / 2g$
79	Текисмас харакат тенгламаси:	$\frac{dh}{dt} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 \cdot c^2 \cdot R}}{1 - \frac{\alpha Q^2 \cdot B}{g \cdot \omega^3}}$	$\chi = 2 \frac{\lg k_2 - \lg k_1}{\lg h_2 - \lg h_1}$	$I_p = i$	$I_r = i$
80	Ташламалардан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблашга имкон берадиган умумий ифода;	$*Q = m \cdot v \sqrt{2g} H^{3/2}$	$Q = v \cdot W$	$H = H_c = \alpha V_0 / 2g$	$Q = v \sqrt{2g} H^{3/2}$
81	Умумий йўқотилган напорни ҳисоблаш ифодаси:	$*h_f = h_{y3} = h_m$	$h_{y3} = \lambda \bullet (1/d) \cdot (v / 2g)$	$h_m = v^2 / 2g$	$R_e = \xi \cdot m \cdot d / v$
82	Сувга кўмилмаган туйнуқлардан оқиб ўтадиган сув сарфини ҳисоблаш ифодаси;	$*Q = \mu \cdot W \sqrt{2gH}$	$Q = W \cdot v$	$Q = a \cdot B \cdot v$	$Q = \mu \cdot W \sqrt{2gZ}$
83	Очик ўзанларда кузатиладиган текисмас харакатнинг турлари сони:	*3	4	5	6
84	Суюқликларнинг солиштирма оғирлиги (γ) билан зичлиги (ρ) орасидаги боғланиш ифодаси:	$*\gamma = \rho \cdot g$	$\gamma = \rho / g$	$\gamma = \rho \cdot \gamma$	$\gamma = \rho \cdot \omega$
85	Суюқликларнинг солиштирма оғирлиги:	*ҳажм бирлигидаги оғирлик	ҳажм бирлигидаги масса	массанинг ҳажмга нисбати	ҳажмнинг массага кўпайтмаси
86	Суюқликлар ёпишқоқлигини ифодаловчи коэффициент неча турда бўлади:	*2 турда	3 турда	4 турда	5 турда
87	Гидростатик босим:	*3 хил хоссага эга	4 хил хоссага эга	5 хил хоссага эга	6 хил хоссага эга
88	Суюқликка туширилган жисмга таъсир этувчи кучлар:	*жисмнинг оғирлиги, Архимед кучи	суюқликнинг оғирлиги, вертикал кучлар	суюқликнинг оғирлиги, горизонтал кучлар	суюқликнинг оғирлиги, Архимед кучлар
89	Ортиқча гидростатик босимни ҳисоблаш ифодаси:	$*P_u = \gamma \cdot h$	$P = \gamma \cdot g$	$P_u = h \cdot \gamma$	$P = \gamma \cdot h$
90	Вакуумни ҳисоблаш ифодаси:	$*P_v = P_a - P$	$P_v = P - P_0$	$P_v = P - P_0$	$P_v = P_0 - P_0$
91	Гидростатик напор (H_z) билан пьезометрик напор (H_p) орасидаги боғланиш ифодаси:	$*H_z = H_p = P_0 / \gamma$	$H_z = H_p - P_0 / \gamma$	$H_z = H_p = P_0 / \gamma$	$H_z = H_p - P_u / \gamma$
92	Гидростатик босим эпюраси босимнинг қандай	*чуқурлик бўйича	горизонтал йўналишда	вертикал йўналишда	девор узунлиги бўйича

	Ўзгаришини ифодалайди:				
93	Суюқликка туширилган жисмлар:	*3 хил ҳолатда бўлиши мумкин	4 хил ҳолатда бўлиши мумкин	5 хил ҳолатда бўлиши мумкин	6 хил ҳолатда бўлиши мумкин
94	Суюқликка туширилган жисм қайси шарт бажарилганда чўкади:	$*\gamma_{ж} > \gamma_c$	$\gamma_{ж} < \gamma_c$	$\gamma_{ж} = \gamma_c$	$\gamma_{ж} / \gamma_c$
95	Сузаётган жисм мувозанатда бўлиши учун:	*2 та шарт бажарилиши керак	3 та шарт бажарилиши керак	4 та шарт бажарилиши керак	5 та шарт бажарилиши керак
96	Кўйидаги шартлардан қайси бири бажарилганда сузаётган жисм янги ҳолатни эгаллайди:	* $\rho < e$ ρ - метациентрик радиус, e - эксцентритет	$\rho > e$	$\rho = e$	$\rho / e < 0$
97	Гидродинамика қандай суюқликларни ўрғанади?	*ҳаракатдаги	тинч ҳолатдаги	босим таъсиридаги	напор таъсиридаги
98	Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги:	*м	м/с	м ² /с	м ³ /с
99	Бернулли тенгламаси геометрик нуқтаи – назардан нечта баландликлар йиғиндисини ифодалайди?	*3 та баландликлар	4 та баландликлар	5 та баландликлар	жуфт баландликлар
100	Элементар найсимон оқим қандай чегараланади?	*оқим чизиклари билан	траектория билан	қатламлар билан	ўзан туби билан
101	Гидравлик қаршилиқлар неча хил бўлади:	*2 хил	3 хил	4 хил	5 хил
102	Умумий йўқотилган напор неча ташкил этувчидан иборат:	*2 ташкил этувчидан	3 ташкил этувчидан	3 ташкил этувчидан	маҳаллий йўқотилган напордан
103	Қувур кўндаланг қирқими юзасини ҳисоблаш ифодаси:	* $W = O : 785 \cdot d^3$	$W = O : 785 \cdot d^3$	$W = O : 800 \cdot d^2$	$W = O : 700 \cdot d^3$
104	Гидравлик нишаблиқни ҳисоблаш ифодаси:	* $i_z = h_f / l$;	$i_z = h \cdot l$;	$i_z = l / h_f$;	$i_z = h_{юз} \cdot l$;

Тузувчилар:

проф. Ҳикматов Ф.Ҳ.

проф. Трофимов Г.Н.

ўқитувчи Рахмонов К.Р.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

“Т а с д и қ л а й м а н”
 География факультети
 декани _____
 доц. Маҳмадалиев Р.Й.
 “26” август 2011 й

1-оралиқ назорат иши саволлари

1. Гидравлика фани, бўлиниши, бошқа фанлар билан алоқадорлиги, ривожланиш тарихи, амалий аҳамияти, вазифалари.
2. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари.
3. Гидравлик катталикларни турли бирликлар тизимларида ифодалаш.
4. Гидростатика ва унинг вазифалари.
5. Гидростатик босим ва унинг хоссалари.
6. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.
7. Тўлик ва ортиқча гидростатик босим, монометрик босим, вакуум.
8. Гидростатик босимни ифодалаш усуллари, ўлчов асбоблари.
9. Суюқликларнинг эркин юзалари шакллари.
10. Напор ҳақида тушунча, гидростатик напорнинг энергетик маъноси.
11. Йиғинди босимни аниқлашнинг графо-аналитик усули.
12. Ихтиёрий контур билан чегараланган текис деворга бўладиган босимни ҳисоблаш.
13. Босим маркази ва унинг координаталарини аниқлаш.
14. Гидростатик босимни график кўринишда ифодалаш. Босим эпюраси.
15. Текис юзали деворга бўладиган йиғинди босимни ҳисоблаш.
16. Суюқликларнинг эгри сиртларга бўладиган босими. Босим скелети.
17. Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтасини топиш.
18. Тўғонга бўладиган босимни ҳисоблаш.
19. Суюқликка туширилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.
20. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати.
21. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти, сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта.
22. Гидродинамика ва унинг асосий масалалари.
23. Суюқликлар ҳаракатининг турлари.
24. Напорли ва напорсиз ҳаракатлар.
25. Ламинар ва турбулент режимли ҳаракатлар
26. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари.
27. Ҳаракатнинг найсимон модели. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат.
28. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
29. Ўзгармас ҳаракатдаги суюқлик оқими учун яхлитлик тенгламаси.
30. Бернулли тенгламаси ва уни ўрганиш босқичлари.
31. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.
32. Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси.
33. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
34. Ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
35. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги.
36. Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланилиши.
37. Бернулли диаграммаси.
38. Гидравлик қаршилиқлар, напор йўқотилиши, турлари.
39. Узун қувурлар ва уларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари.
40. Оқим узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқлаш.
41. Маҳаллий йўқотилган напор ва уни ҳисоблаш.
42. Қиска қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар. Дюкер. Сифон.
43. Напорли қувурларда гидравлик зарба.
44. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги $0,815$ тоннага тенг бўлса, унинг солиштирма оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.
45. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 945 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.
46. Диаметри 150 мм , узунлиги 2000 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $1,5 \text{ л/с}$ бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
47. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик $1,15 \text{ м/с}$ га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

160. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги $0,844$ тоннага тенг бўлса, унинг солиштирма оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

161. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 974 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

162. Диаметри 150 мм , узунлиги 2290 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $1,5 \text{ л/с}$ бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

163. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик $1,44 \text{ м/с}$ га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

2-оралиқ назорат иши саволлари

1. Очиқ ўзанларда сувнинг текис ҳаракати.
2. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси.
3. Очиқ ўзанлардаги текис ҳаракат учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.
4. Шези коэффицентини аниқлаш ифодалари.
5. Каналлар кўндаланг қирқимининг гидравлик элементлари.
6. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.
7. Тўғри тўртбурчак, учбурчак ва пароболик шаклдаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.
8. Каналларнинг энг қулай гидравлик кўндаланг қирқими.
9. Очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати сабаблари, турлари.
10. Очиқ ўзанларда нотекис ҳаракатнинг асосий тушунчалари.
11. Қирқимнинг бирлик энергияси ва уни ҳисоблаш ифодаси.
12. Критик чуқурлик ва уни аниқлаш усуллари.
13. Гидравлик сакраш, асосий тушунчалар.
14. Призматик горизонтал ўзан учун гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси.
15. Гидравлик сакраш функцияси.
16. Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлаш.
17. Тўғри нишабликка эга бўлган очиқ ўзандаги нотекис ҳаракатнинг асосий дифференциал тенгламасини интеграллаш.
18. Ташламалар, асосий тушунчалар.
19. Ташламаларнинг таснифи.
20. Юпқа деворли ташламалар учун гидравлик ҳисоблашлар.
21. Юпқа деворли сувга кўмилган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.
22. Амалий профилли ташламалар.
23. Қалин деворли ташламалар.
24. Критик нишаблик. Тинч ва шовқинли оқим.
25. Очиқ призматик ўзанда секин ўзгариб боровчи нотекис ҳаракат билан оқаётган сувнинг асосий тенгламаси.
26. Тўғри нишабли ўзан учун нотекис ҳаракат тенгламасининг таҳлили.
27. Суюқликларнинг туйнуклар ва насадкалардан оқиши.
28. Юпқа девордаги ўзгармас напорли кичик туйнуклар учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш.
29. Суюқликларнинг сувга кўмилган кичик туйнуклардан оқиши.
30. Суюқликларнинг дарвозалардан оқиши.
31. Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлардан оқиши.
32. Суюқликларнинг насадкалардан оқиши.
33. Қалин деворли ташламалар учун гидравлик ҳисоблаш ифодалари.
34. Сув ўлчагич ташламалар.
35. Тегишли мавзулар бўйича масалалар вариантларга мос ҳолда тақдим этилади.
36. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q=21,1 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $v=7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1=0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
37. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $v=8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m=1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0=1,55 \text{ м}$; тўсиқ олдидаги чуқурлик $h_2=4,05 \text{ м}$.
38. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q=21,2 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $v=7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1=0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
39. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $v=8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m=1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0=1,6 \text{ м}$; тўсиқ олдидаги чуқурлик $h_2=4,1 \text{ м}$.

6. Диаметралари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,15 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.
7. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.
8. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.
9. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q=21,2 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1=0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
10. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,6 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 3,0 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,5$ ва канал ўзанининг ғадир – будирлик коэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффицент – j ни ҳисобланг.
11. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 946 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.
12. Диаметри 150 мм, узунлиги 2010 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
13. Суюқликка тушурилган жисмларнинг сузиш қонуни. Архимед қонуни.
14. Бернулли тенгламасининг энергетик, геометрик маъноси ва ўлчам бирлиги.
15. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,3 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
16. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенгилиги $b = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 1,65 \text{ м}$; тўсиқ олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,15 \text{ м}$.
17. Диаметралари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,17 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.
18. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 947 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.
19. Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта.
20. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
21. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,4 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
22. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,2 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 3,5 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,5$ ва канал ўзанининг ғадир – будирлик коэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффицент – j ни ҳисобланг.
23. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 948 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.
24. Диаметралари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,18 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.
25. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари.
26. Ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
27. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,5 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
28. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенгилиги $b = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 1,75 \text{ м}$; тўсиқ олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,25 \text{ м}$.
29. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги 0,819 тоннага тенг бўлса, унинг солиштирма оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

30. Диаметри 150 мм, узунлиги 2040 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
31. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
32. Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланилиши. Бернулли диаграммаси.
33. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,6 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
34. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,0 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 3,2 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффициентини $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффициентини $m = 1,8$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффицентини $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.
35. Диаметри 150 мм, узунлиги 2050 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
36. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,20 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.
37. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.
38. Гидравлик қаршилиқлар, напор йўқотилиши, турлари.
39. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,7 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
40. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъерий (нормал) чуқурлик $h_0 = 1,85 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,35 \text{ м}$.
41. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги 0,821 тоннага тенг бўлса, унинг солиштира оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.
42. Идишда солиштира оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштира оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштира оғирлиги 951 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштира оғирликни аниқланг.
43. Гидростатик босим эпюраси.
44. Узун қувурлар ва уларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари.
45. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 21,8 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
46. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,5 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,0 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффициентини $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффициентини $m = 1,2$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффицентини $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.
47. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги 0,822 тоннага тенг бўлса, унинг солиштира оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.
48. Диаметри 150 мм, узунлиги 2070 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
49. Гидростатик босим кучини ҳисоблаш.
50. Маҳаллий ва оқим узунлиги бўйича йўқотилган напор, уларни ҳисоблаш.
51. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q=21,9 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b=7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1=0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.
52. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b=8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m=1,5$; каналдаги меъерий (нормал) чуқурлик $h_0=1,95 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2=4,45 \text{ м}$.
53. Идишда солиштира оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштира оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштира оғирлиги 953 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштира оғирликни аниқланг.
54. Диаметри 150 мм, узунлиги 2080 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.
55. Суюқликка тушурилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.
56. Қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар. Дюкер. Сифон.

57. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,0 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

58. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,7 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,8 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,6$ ва канал ўзанининг ғадир – будирлик коэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффицент – j ни ҳисобланг.

59. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги $0,824$ тоннага тенг бўлса, унинг солиштира оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

60. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик $1,24 \text{ м/с}$ га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

61. Архимед қонуни ва унинг амалда қўлланилиши.

62. Очиқ ўзанларда сувнинг текис ҳаракати. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси.

63. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,1 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

64. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъерий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,05 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,55 \text{ м}$.

65. Идишда солиштира оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштира оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштира оғирлиги 955 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштира оғирликни аниқланг.

66. Диаметри 150 мм , узунлиги 2100 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $1,5 \text{ л/с}$ бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

67. Гидростатик босим ва унинг турлари.

68. Очиқ ўзанлардаги текис ҳаракат учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодалари.

69. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,2 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

70. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,2 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,6 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,7$ ва канал ўзанининг ғадир – будирлик коэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффицент – j ни ҳисобланг.

71. Диаметри 150 мм , узунлиги 2110 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $1,5 \text{ л/с}$ бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

72. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик $1,26 \text{ м/с}$ га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

73. Нисбий ва абсолют ёпишқоқлик коэффицентлари.

74. Шези коэффиценти ва уни аниқлаш ифодалари.

75. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,3 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

76. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъерий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,15 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,65 \text{ м}$.

77. Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги $0,827$ тоннага тенг бўлса, унинг солиштира оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

78. Диаметри 150 мм , узунлиги 2120 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи $1,5 \text{ л/с}$ бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

79. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.

80. Каналлар кўндаланг қирқимининг гидравлик элементлари.

81. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,4 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

82. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,2$ м. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 3,1$ м. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,4$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.

83. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 958 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

84. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,28 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

85. Сувнинг туғонга кўрсатадиган гидростатик босим кучини ҳисоблаш.

86. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.

87. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,5 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

88. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i = 0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0$ м; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,25$ м; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,75$ м.

89. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 959 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

90. Диаметри 150 мм, узунлиги 2140 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

91. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.

92. Тўғри тўртбурчак, учбурчак ва пароболик шаклдаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.

93. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,6 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

94. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,4$ м. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,8$ м. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,2$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.

95. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 960 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

96. Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,30 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

97. Суяқликка тушурилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.

98. Очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати: асосий тушунчалар, сабаблари, турлари.

99. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,7 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

100. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i = 0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0$ м; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,35$ м; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,85$ м.

101. Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 961 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

102. Диаметри 150 мм, узунлиги 2160 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

103. Гидравлик катталикларни турли ўлчам бирликлари тизимларида ифодалаш.

104. Қирқимнинг бирлик энергияси ва уни ҳисоблаш ифодаси.

105. Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,8 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

106.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,4$ м. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 3,2$ м. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,2$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.

107.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 962 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

108.Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,32 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

109.Суюқликларнинг зичлиги ва солиштирма оғирлиги.

110.Критик чуқурлик ва уни аниқлаш усуллари.

111.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 22,9 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

112.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0$ м; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,45$ м; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,95$ м.

113.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 963 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

114.Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,33 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

115.суюқликларнинг ҳажмий катталашини ва кичрайиш коэффицентлари.

116.Гидравлик сакраш, асосий тушунчалар. Гидравлик сакраш тенгламаси.

117.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,0 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

118.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,4$ м. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,4$ м. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,2$ ва канал ўзинининг ғадир – будирлик каэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.

119.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 964 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

120.Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,34 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

121.Гидродинамиканинг асосий тушунчалари.

122.Гидравлик сакраш функцияси. Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлаш.

123.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,1 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

124.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзинининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенглиги $b = 8,0$ м; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,55$ м; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,05$ м.

125.Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги 0,835 тоннага тенг бўлса, унинг солиштирма оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

126.Диаметри 150 мм, узунлиги 2200 метр бўлган қувурдан оқаетган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

127.Ташламалар ва уларнинг таснифи.

128.Тўғри нишабликка эга бўлган очик ўзандаги нотекис ҳаракатнинг асосий дифференциал тенгламасини интеграллаш.

129.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,2 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $b = 7$ м ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5$ м бўлса, қуйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

130.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 966 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

131.Диаметри 150 мм, узунлиги 2210 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

132.Гидростатиканинг асосий тенгламаси.

133.Ўзгармас ҳаракатдаги суяқлик оқими учун яхлитлик (сув сарфи доимийлиги) тенгламаси.

134.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,3 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $v = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, куйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

135.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенгилиги $v = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,65 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,15 \text{ м}$.

136.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 967 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

137.Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,37 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг.

138.Суяқликка тушурилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.

139.Юпқа деворли ташламалар учун гидравлик ҳисоблашлар. Юпқа деворли сувга қўмилган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.

140.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,4 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $v = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, куйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

141.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда сув сатҳини кўтариш иншооти – тўғон қурилган. Тўғон олдидаги чуқурлик $h_2 = 4,2 \text{ м}$. Тўғондан маълум l масофадаги чуқурлик $h_1 = 2,0 \text{ м}$. Каналнинг нишаблиги $i = 0,0003$, Кариолис коэффиценти $\alpha = 1,1$ канал деворининг қиялик коэффиценти $m = 1,8$ ва канал ўзанининг ғадир – будирлик каэффиценти $n = 0,017$ бўлса, канал ўзанида ҳаракатланувчи кучнинг ўзгаришини ҳисобга оладиган каэффицент – j ни ҳисобланг.

142.Ҳажми 1 м^3 га тенг бўлган нефтнинг оғирлиги 0,838 тоннага тенг бўлса, унинг солиштирма оғирлиги ва зичлигини физик, ҳалқаро ва техник бирликлар тизимларида ифодаланг.

143.Диаметри 150 мм, узунлиги 2230 метр бўлган қувурдан оқаётган сув сарфи 1,5 л/с бўлса, қувур узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқланг.

144.Узун қувурларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг типлари.

145.Тўғри ва тескари нишабли ҳамда горизонтал ўзан учун нотекис ҳаракат тенгламасининг таҳлили.

146.Тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг қирқимли каналда гидравлик сакраш рўй беради. Агар каналдаги сув сарфи $Q = 23,5 \text{ м}^3/\text{с}$, каналнинг кенглиги $v = 7 \text{ м}$ ва гидравлик сакрашдан олдинги чуқурлик $h_1 = 0,5 \text{ м}$ бўлса, куйидагилар бажарилсин: 1) гидравлик сакраш чизмаси чизилсин; 2) гидравлик сакрашдан кейинги h_2 чуқурлик аниқлансин; 3) критик чуқурлик (h_k) ҳисоблансин; 4) гидравлик сакраш узунлиги (L_n) аниқлансин.

147.Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли канал ўзанининг гидравлик кўрсаткичи (χ) ҳисоблансин. Қуйидагилар берилган: каналнинг ўзан туби нишаблиги $i=0,0004$; ўзан туби бўйича кенгилиги $v = 8,0 \text{ м}$; канал деворининг қиялиги $m = 1,5$; каналдаги меъёрий (нормал) чуқурлик $h_0 = 2,75 \text{ м}$; тўсик олдидаги чуқурлик $h_2 = 5,25 \text{ м}$.

148.Идишда солиштирма оғирлиги 875 кг/м^3 га тенг бўлган 25677 литр ҳажмдаги нефт бор эди. Унга солиштирма оғирлиги ноъмалум бўлган 17550 литр ҳажмдаги нефт қўйилди. Ҳосил бўлган аралашманинг солиштирма оғирлиги 969 кг/м^3 га тенг бўлса, ноъмалум солиштирма оғирликни аниқланг.

149.Диаметрлари 125 мм ва 250 мм бўлган қувурлар кетма-кет уланган. Иккинчи қувурдаги тезлик 1,39 м/с га тенг бўлса, биринчи қувурдаги тезликни ҳамда қувурлардаги сув сарфини аниқланг

Тузувчилар:

проф. Ҳикматов Ф.Ҳ.,

проф. Трофимов Г.Н.

ўқит. Рахмонов К.Р.

Ушбу “Гидрологик прогнозлар” фанидан оралиқ назорат ва якуний назорат саволлари География факультети Қуруқлик гидрологияси кафедрасининг 2011 йил “26” “август”даги мажлисида (1–сонли баённома) муҳокама қилиниб, тасдиққа тавсия этилган.

Кафедра мудири

проф. Ҳикматов Ф.Ҳ.

РЕФЕРАТ МАВЗУЛАРИ

1. “Гидравлика” фанининг мақсади, вазифалари, ривожланиш тарихи.
2. “Гидравлика” фанининг ҳозирги кундаги асосий йўналишлари.
3. Суюқликларнинг асосий физик хусусиятлари.
4. Гидростатика ва унинг асосий вазифалари.
5. Гидростатик босим ва унинг хоссалари.
6. Гидростатиканинг асосий тенгламаси.
7. Тўлиқ ва ортиқча гидростатик босим, монометрик босим, вакуум.
8. Гидростатик босимни ифодалаш усуллари, ўлчов асбоблари.
9. Суюқликларнинг эркин юзалари шакллари.
10. Напор ҳақида тушунча, гидростатик напорнинг энергетик маъноси.
11. Йиғинди босимни аниқлашнинг графо-аналитик усули.
12. Ихтиёрий контур билан чегараланган текис деворга бўладиган босимни ҳисоблаш.
13. Босим маркази ва унинг координаталарини аниқлаш.
14. Гидростатик босимни график кўринишда ифодалаш. Босим эпюраси.
15. Текис юзали деворга бўладиган йиғинди босимни ҳисоблаш.
16. Суюқликларнинг эгри сиртларга бўладиган босими. Босим скелети.
17. Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтасини топиш.
18. Тўғонга бўладиган босимни ҳисоблаш.
19. Суюқликка туширилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.
20. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати.
21. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти, сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта.
22. Гидродинамика ва унинг асосий масалалари.
23. Суюқликлар ҳаракатининг турлари.
24. Напорли ва напорсиз ҳаракатлар.
25. Ламинар ва турбулент режимли ҳаракатлар.
26. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари.
27. Ҳаракатнинг найсимон модели. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат.
28. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
29. Ўзгармас ҳаракатдаги суюқлик оқими учун яхлитлик тенгламаси.
30. Бернулли тенгламаси ва уни ўрганиш босқичлари.
31. Гидравлик қаршиликлар, напор йўқотилиши, турлари ва ҳисоблаш усуллари.
32. Узун ва қисқа напорли қувурларни гидравлик ҳисоблаш.
33. Напорли қувурларда гидравлик зарба (тепки).
34. Очиқ ўзанларда текис ҳаракат, текис ҳаракат тенгламаси.
35. Каналларни гидравлик ҳисоблаш.
36. Очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати.
37. Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси.
38. Критик чуқурликни ҳисоблаш.
39. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламаси.
40. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини интеграллаш.
41. Ўзанда ҳаракатланаётган сувнинг эркин юзалари шаклларини текшириш.
42. Гидравлик сакраш, гидравлик сакраш тенгламаси.
43. Ўзгарувчан ҳаракат.
44. Суюқликларнинг кичик туйнуклар ва насадкалар орқали оқиши
45. Ташламалар, турлари, таснифи.
46. Ташламаларни ҳисоблаш ифодалари.
47. Қалин деворли ва амалий профилли ташламалар.
48. Сув ўлчаш ташламалари.

КУРС ИШЛАРИ МАВЗУЛАРИ

Курс ишини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар. Курс ишининг мақсади талабаларнинг “Умумий ва махсус гидравлика” фанидан мустақил ишлаш қобилиятини ривожлантириш, уларда фанни ўрганиш натижасида олган назарий билимларини амалда қўллаш, бевосита ишлаб чиқаришидаги реал шароитларга мос техник ечимлар қабул қилиш ва гидравлика қонунларига асосланган замонавий ўлчов қурилмалари, асбоблари ва технологияларидан фойдаланиш кўникмаларини ҳосил қилишдир.

Курс ишининг мавзулари бевосита умумий ва махсус гидравликадан атроф – муҳит муҳофазаси, қишлоқ ва сув хўжалиги ва бошқа соҳаларда фойдаланиш ҳамда ишлаб чиқаришда амалга ошириладиган жараёнларга боғлиқ ҳолда, аниқ бир гидрологик ёки метеорологик объект материаллари ва маълумотлари асосида бажарилади. Курс ишининг мавзулари талабаларнинг умумий сонидан 20-30% кўпроқ ҳолда олдиндан тайёрланади. Ҳар бир талабага шахсий топшириқ берилади.

Курс иши объекти сифатида дарёлар, кўллар, сув омборлари, атмосфера ёғинлари, об-ҳаво ҳолати ва бошқалар берилади. Белгиланган объектга боғлиқ ҳолда гидравлик кўрсаткичларни ҳисоблаш ва аниқлашга оид ишлар амалга оширилади. Курс ишининг ҳисоблаш – график ишларини замонавий компьютер дастурларида бажариш тавсия этилади.

Курс ишининг тахминий мавзулари:

1. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.
2. Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси.
3. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
4. Ўзгармас ҳаракатдаги реал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
5. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги.
6. Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланилиши.
7. Бернулли диаграммаси.
8. Гидравлик қаршилиқлар, напор йўқотилиши, турлари.
9. Узун қувурлар ва уларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари.
10. Оқим узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқлаш.
11. Маҳаллий йўқотилган напор ва уни ҳисоблаш.
12. Қисқа қувурлар учун гидравлик ҳисоблашлар. Дюкер. Сифон.
13. Напорли қувурларда гидравлик зарба.
14. Очiq ўзанларда сувнинг текис ҳаракати.
15. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси.
16. Очiq ўзанлардаги текис ҳаракат учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.
17. Шези коэффициентини аниқлаш ифодалари.
18. Каналлар кўндаланг қирқимининг гидравлик элементлари.
19. Трапеция шаклидаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.
20. Тўғри тўртбурчак, учбурчак ва парабolik шаклдаги кўндаланг қирқимли каналларнинг гидравлик элементларини ҳисоблаш.
21. Каналларнинг энг қулай гидравлик кўндаланг қирқими.
22. Очiq ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати сабаблари, турлари.
23. Очiq ўзанларда нотекис ҳаракатнинг асосий тушунчалари.
24. Қирқимнинг бирлик энергияси ва уни ҳисоблаш ифодаси.
25. Критик чуқурлик ва уни аниқлаш усуллари.
26. Гидравлик сакраш, асосий тушунчалар.
27. Призматик горизонтал ўзан учун гидравлик сакрашнинг асосий тенгламаси.
28. Гидравлик сакраш функцияси.
29. Призматик ўзан учун туташ чуқурликларни аниқлаш.
30. Тўғри нишабликка эга бўлган очiq ўзандаги нотекис ҳаракатнинг асосий дифференциал тенгламасини интеграллаш.

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШЛАРИ МАВЗУЛАРИ

1. Ташламалар, асосий тушунчалар. Ташламаларнинг таснифи
 2. Юпқа деворли ташламалар учун гидравлик ҳисоблашлар.
 3. Юпқа деворли сувга кўмилган ташлама учун сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.
 4. Амалий профилли ва Қалин деворли ташламалар.
 5. Критик нишаблик. Тинч ва шовқинли оқим.
 6. Очиқ призматик ўзанда секин ўзгариб боровчи нотекис ҳаракат билан оқётган сувнинг асосий тенгламаси.
 7. Тўғри нишабли ўзан учун нотекис ҳаракат тенгламасининг таҳлили.
 8. Суюқликларнинг туйнуклар ва насадкалардан оқиши.
 9. Юпқа девордаги ўзгармас напорли кичик туйнуклар учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш.
 10. Суюқликларнинг сувга кўмилган кичик туйнуклар ва дарвозалар орқали оқиши.
 11. Суюқликларнинг ўзгарувчан сатҳли идишлар насадкалардан оқиши.
 12. Қалин деворли ташламалар учун гидравлик ҳисоблашлар.
 13. Сув ўлчагич ташламалар.
 14. Тегишли мавзулар бўйича масалалар вариантларга мос ҳолда тақдим этилади.
 15. Гидростатик босимни ифодалаш усуллари уларнинг ўлчов асбоблари.
 16. Ихтиёрий контур билан чегараланган текис деворга бўладиган босимни ҳисоблаш.
 17. Босим маркази ва унинг координаталарини аниқлаш.
 18. Текис юзали деворга бўладиган йиғинди босимни ҳисоблаш.
 19. Суюқликларнинг эгри сиртларга бўладиган босими. Босим скелети.
 20. Цилиндрик сиртларга бўладиган йиғинди босимнинг таъсир нуқтасини топиш.
 21. Тўғонга бўладиган босимни ҳисоблаш.
 22. Суюқликка туширилган жисмларнинг сузиш қонунлари.
 23. Архимед қонуни ва уни амалиётга қўллаш масалалари.
 24. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти, сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта.
 25. Гидродинамика ва унинг асосий масалалари.
 26. Суюқликлар ҳаракатининг турлари.
 27. Ламинар ва турбулент режимли ҳаракатлар
 28. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари.
 29. Ҳаракатнинг найсимон модели. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат.
 30. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
 31. Бернулли тенгламаси ва уни ўрганиш босқичлари.
 32. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал суюқликларнинг элементар найсимон оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.
 33. Ўзгармас ҳаракатдаги идеал ва реал суюқликлар оқими учун Д. Бернулли тенгламаси.
 34. Бернулли тенгламасининг ўлчам бирлиги. Бернулли тенгламасининг амалиётда қўлланилиши. Бернулли диаграммаси.
 35. Гидравлик қаршиликлар, напор йўқотилиши, турлари.
 36. Узун ва қисқа қувурлар ва уларни гидравлик ҳисоблашга оид масалаларнинг турлари.
 37. Оқим узунлиги бўйича йўқотилган напорни аниқлаш.
 38. Маҳаллий йўқотилган напор ва уни ҳисоблаш.
 39. Очиқ ўзанларда сувнинг текис ҳаракати. Текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси.
 40. Очиқ ўзанлардаги текис ҳаракат учун тезлик ва сув сарфини ҳисоблаш ифодаси.
- Шези коэффициентини аниқлаш ифодалари.
41. Каналлар кўндаланг қирқимининг гидравлик элементлари.
 42. Очиқ ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати сабаблари, турлари, асосий тушунчалари

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ УЧУН САВОЛЛАР

Умумий ва махсус гидравлика фанидан мустақил таълимни самарали ташкил этиш учун аниқ тадбирларни ишлаб чиқиш лозим. Шундагина мустақил таълим талабларда: шахсий, касбий, индивидуал хусусияларни намоён қилиш; билим, кўникма, малакаларни шакллантириш; тартибга солиш ва назорат қилиш учун ундан онгли равишда фойдалана билиш; ижодий қобилиятларни ривожлантиришга асос бўлади.

Умумий ва махсус гидравлика фанидан талабаларнинг мустақил иш бажара олишига қизиқишини ошириш ва кўникмаларини ривожлантириш учун бу жараёни куйидаги босқичларда амалга ошириш жоиздир:

1. Талабаларнинг бўлажак фаолиятларини тахлили. Уларнинг таълим муассасасини тугатганларидан кейин илмий изланишлар олиб боришлари ёки касдий фаолиятларининг тахлили.

2. Шу тахлилдан келиб чиқиб, мустақил иш бажариш технологиясини ишлаб чиқиб унга таълимнинг ҳар бир босқичида, машғулот давомида ўқув фанларининг мазмунини елгилаш. Таълимнинг диагностик асосида мақсадни жамият манфаатлари нуқтаи назаридан белгилаш.

3. Белгилаб олинган таълим мазмуни асосида талабаларнинг машғулот давомида ва машғулотдан ташқари вақтларида ўқув юкмаси, керакли вақт режасини аиқлаш лозим.

4. Дидактик жараёни амалга ошириш учун мустақил таълимнинг ташкилий, оптимал шаклларини танлаш ва шунга мувофиқ ўқитиш воситаларини аниқлаш зарур.

5. Дидактик мақсадни амалга ошириш учун талабаларнинг қизиқишларини янада ривожлантиришни ҳисобга олган ҳолда мавзулар, аниқ машғулотлар бўйича услубий ишлатмалар компьютерда дастурли анимациялар ишлаб чиқиш керак.

6. Таълим мақсади асосида мустақил иш бажаришда самарадорликни ошириш тизимини ишлаб чиқиш ва уни таълим жараёнига жорий қилиш.

7. Талабаларнинг белгиланган ўқув материалларини ўзлаштиришларини, мустақил иш бажариш кўникмаларини шакллантиришни, компьютер-саводхонликларини, билим савияларини назорат қилиш ва ўзлаштиришлар киритиш.

8. Мустақил таълим мазмунини ва тақибини ишлаб чиқиш, шу асосида машғулот ва уй вазифаларини, мустақил ишларни оптимал режалаштириш.

9. Юқоридагилардан келиб чиқиб лойиҳалаштирилган мустақил таълим жараёнини синондан ўтказиш.

Куйида келтирилган **саволлар** юқоридаги мақсадни кўзлаб тузилган:

1. Сууюқликларнинг асосий физик хусусиятлари;
2. Гидростатиканинг асосий қонунлари;
3. Тўғонлар деворига бўладиган гидростатик босимни ҳисоблаш;
4. Рейнольдс тажрибаси ва Рейнольдс сонининг қийматини аниқлаш;
5. Маҳаллий қаршилиқларни аниқлаш;
6. Узунлик бўйича қаршилиқларни аниқлаш;
7. Бернулли тажрибасини ўтказиш ва Бернулли диаграммасини чизиш;
8. Димланиш эгри чизиғи ва уни амалиётда қўллаш;
9. Сув омборларининг сувдан бўшаш вақтини ҳисоблаш;
10. Сув ўлчаш ташламалари ва улардан амалиётда фойдаланиш;
11. Сууюқликка туширилган жисмларнинг сузиш қонунлари. Архимед қонуни.
12. Сууюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати.
13. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти, сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта.
14. Гидродинамика ва унинг асосий масалалари.
15. Сууюқликлар ҳаракатининг турлари.
16. Напорли ва напорсиз ҳаракатлар.
17. Ламинар ва турбулент режимли ҳаракатлар.
18. Гидродинамиканинг асосий тушунчалари.
19. Ҳаракатнинг найсимон модели. Секин ўзгариб боровчи ҳаракат.
20. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.
21. Ўзгармас ҳаракатдаги сууюқлик оқими учун яхлитлик тенгламаси.
22. Бернулли тенгламаси ва уни ўрганиш босқичлари.
23. Гидравлик қаршилиқлар, напор йўқотилиши, турлари ва ҳисоблаш усуллари.
24. Узун ва қисқа напорли қувурларни гидравлик ҳисоблаш.
25. Напорли қувурларда гидравлик зарба (тепки).
26. Очик ўзанларда текис ҳаракат, текис ҳаракат тенгламаси.
27. Каналларни гидравлик ҳисоблаш.
28. Очик ўзанларда сувнинг нотекис ҳаракати.
29. Сув оқими кўндаланг қирқимининг солиштирма энергияси.
30. Критик чуқурликни ҳисоблаш.
31. Нотекис ҳаракатнинг дифференциал тенгламасини интеграллаш усуллари.
32. Ўзанда ҳаракатланаётган сувнинг эркин юзалари шаклларини текшириш.
33. Гидравлик сакраш, гидравлик сакраш тенгламаси.
34. Сууюқликларнинг кичик туйнуклар ва ва насадқалар орқали оқиши
35. Ташламалар, турлари, таснифи. Ташламаларни ҳисоблаш ифодалари.
36. Қалин деворли ва амалий профилли ташламалар.

ГЛОССАРИЙ

Архимед қонуни - суюқликка туширилган жисмга шу суюқлик томонидан таъсир этадиган куч жисм сиқиб чиқарган суюқлик оғирлигига тенг.

Архимед кучи - суюқликка туширилган жисмга шу суюқлик томонидан таъсир этадиган куч.

Абсолют ҳатолик - дарёлар, қўллар, сув омборлари, қор қоплами, музликлар ва бошқа сув объектларида кечадиган гидрологик жараёнлар ва ходисаларнинг прогноз қилинган ва кузатилган қийматлари орасидаги фарқ. Абсолют ҳатолик гидрологик миқдорнинг ўлчам бирлигида ифодаланади.

Вакуумметрлар – атмосфера босими кам бўлган ҳолда ишлатилади.

Ватерлиния - жисм сиртида сув сатҳи билан ҳосил бўлган чизик

Водоизмещение - ватерлиниядан пастдаги қисм ҳажмига тенг ҳажмдаги сув оғирлиги “

Гидравлик радиус - жонли кесма майдонини намланган периметрга нисбатига айтилади.

Гидравлика - иккита грек сузларидан - «гидро» - сув, «авлос» - труба қўшилишидан ҳосил бўлган.

Гидравлик зичлик - ҳажм бирлигидаги массага айтилади ёки бошқача қилиб айтганда суюқлик массасининг унинг ҳажмига бўлган нисбатига айтилади.

Гидростатика - суюқликларнинг тинч ҳолати қонунларини ўрганади.

Гидродинамика - суюқликларнинг ҳаракати қонунларини ўрганади.

Гидродинамик босим - суюқлик ҳаракати натижасида вужудга келган бирлик майдонда таъсир қилган ички босим.

Глобал гидрологик прогнозлар - бутун Ер шари миқёсида кечадиган гидрологик жараёнлар ва ходисаларни олдиндан айтиш мақсадида ишлаб чиқилган гидрологик прогнозлар.

Гидросиноптик прогнозлар - гидрологик жараёнлар ва ходисаларни олдиндан айтиш мақсадида ҳудуддаги мавжуд синоптик вазият эътиборга олинган ҳолда ишлаб чиқилган гидрологик прогнозлар.

Гидрологик инерция ёки тенденция - гидрологик ҳодиса ва жараёнларнинг ўзини келтириб чиқарган омилларга боғлиқ ҳолда маълум вақт давомида аниқ бир қонуният асосида такрорланиши.

Ёпишқоқлик (вязность) - суюқлик қатламлари орасида ҳаракатланишга қаршилик натижасида вужудга келади.

Жонли кесма майдони - оқим йўналишига перпендикуляр бўлган кўндаланг кесим майдони.

Ламинар ҳаракат - Суюқлик заррачаларининг ва шу заррачалар ташкил қилган қатламлардан бир-бирига нисбатан тартибли ва параллел ҳаракати.

Маҳаллий гидрологик прогнозлар - маълум бир кичик маъмурий ҳудуд ёки дарё ҳавзаси учун бериладиган гидрологик прогнозлар.

Мусбат гидравлик зарба - турбина тўсатдан тўхтаб қолганда, насос ишламай қолганда, задвижка тез беркитилганда кузатилади.

Манфий гидравлик зарба - задвижка жуда тез очилганда кузатилади. Бу ҳолда тезликнинг кескин ортиши босимнинг кескин камайиб кетишига олиб келади. Натижада вакуум ҳосил бўлади.

Намланган периметр - кўндаланг кесимда суюқлик билан у оқаётган ўзаннинг туташ чизиги тушунилади.

Напорли ҳаракат - суюқликнинг босим таъсирида ҳаракатга келиши.

Напорсиз ҳаракат - суюқлик фақатгина оғирлик кучи таъсирида вужудга келади. Бунда суюқлик эркин сатҳга эга бўлади ва ундаги босим атмосфера босимига тенг бўлади.

Нисбий ҳатолик - гидрологик ҳодисанинг прогноз қилинган қиймати билан кузатилган қиймати орасидаги фоизларда ифодаланган фарқи.

Оқим ҳажми - дарёдан маълум вақт (минут, соат, кун, ой, йил ёки кўп йил) давомида оқиб ўтадиган сув миқдори, м³ ёки км³ ларда ифодаланади. Гидрологик прогнозларда ойлик, тўлинсув ёки вегетация давридаги оқим ҳажмлари прогноз қилинади.

Пьезометрик баландлик - нуқтадан юқорида жойлашган суюқлик устунининг баландлиги бўлиб, у шу нуқтага монометрик босимни ифодалайди.

Пьезометр ва симбли, металл монометрлар - атмосфера босимидан юқори бўлган босимни ўлчашда ишлатилади.

Пьезометрик чизик (пьезометрическая линия) - пьезометрлар кўрсатаётган сатҳларни туташтирувчи чизик.

Репрезентатив метеорологик станциялар - гидрологик прогнозлар усули ёки услубини ишлаб чиқишда ҳаво ҳарорати, атмосфера ёғинлари ва бошқа маълумотлари асос қилиб олинадиган метеорологик кузатиш пунктлари.

Солиштирма оғирлик - Суюқликларнинг ҳажм бирлигидаги оғирлиги ёки бошқача қилиб айтганда солиштирмама оғирлик суюқлик оғирлигини унинг ҳажмига нисбатан тенг.

Сув режими элементлари - сув сатҳи, сувнинг оқиш тезлиги, сув сарфи, сувнинг тиниқлиги, минераллашув даражаси ва бошқалар.

Сув сарфи - дарё, сой ёки каналнинг кўндаланг қисмидан вақт бирлиги ичида оқиб ўтадиган сув миқдори, m^3/c да ифодаланади. Гидрологик прогнозларда дарёларнинг сув сарфлари қисқа ёки узок муддатли прогноз қилинади.

Сиқилувчанлик (сжимаемость) - ташқи кучлар таъсирида суюқлик ҳажмини ўзгариши.

Тенг босимли юзалар (поверхности равного давления) - суюқликда бир хил гидростатик босимли нуқталарнинг қўшилишидан ҳосил бўлган текислик тенг босимли юзалар.

Текис тезланиш билан ҳаракат қилаётган идишдаги суюқлик юзаси - бу ҳолда инерция кучи – J ва оғирлик кучи – E таъсир қилади. Уларнинг тенг таъсир этувчиси R суюқлик юзасини нишаб бўлишга мажбур этади.

Траектория - битта заррачанинг турли вақтларда босиб ўтган йўлини кўрсатади.

Турбулент режимли ҳаракат - суюқликнинг тартибсиз гирдобсимон ҳаракати.

Тенглаштириш текислиги - Суюқликдаги турли нуқталарнинг бир-бирига нисбатан жойлашиш баландлигини кўрсатиш учун горизонтал текислик.

Умумий ва махсус гидравлика - суюқликларнинг тинч ҳолати ва ҳаракати конунларини ўрганиб, уларни амалда қўллаш усулларини топиш билан шуғулланадиган фандир.

Ўртача гидростатик босим (P_0) - w юзага бўлаётган босимнинг ўртача қийматини характерлайди.

Эркин юза (свободная поверхность) - бу суюқлик билан газсимон мухитни чегараловчи орасидаги юзадир.

Эпюра – бирор ўзгарувчи миқдорнинг контур узунлиги бўйича ўзгаришини ифодалайди.

Элементар найсимон оқим - суюқликнинг оқим чизиқлари билан чегараланган қисми.

Чўкиш чуқурлиги - сузаётган жисмнинг энг пастки нуқтаси билан сув сатҳи орасидаги вертикал масофа.

Қўзғалмас идишдаги тинч ҳолатдаги суюқлик - бу ҳолда суюқликка фақат оғирлик кучи таъсир қилади ва суюқлик юзаси горизонтал ҳолатда бўлади.

СЛАЙДЛАР

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ
ГЕОГРАФИЯ ФАКУЛЬТЕТИ
ҚУРУҚЛИК ГИДРОЛОГИЯСИ КАФЕДРАСИ
5440600-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
ЙУНАЛИШИ
УМУМИЙ ВА МАХСУС ГИДРАВЛИКА
ФАНИДАН

«Жисмларнинг сузиши. Архимед қонуни» мавзуидаги маъруза тақдироти

Маърузачи: проф. Ҳикматов Ф.Ҳ.

ТОШКЕНТ– 2011 йил

1

Режа:

1. Архимед қонуни ҳақида:
 - 1.1. Қисқача тарихий маълумотлар;
 - 1.2. Архимед қонуни;
 - 1.3. Архимед қонунинг исботи;
 - а) суюқликка туширилган жисм параллелопипед шаклида;
 - б) цилиндр шаклида;
 - в) ихтиёрий шаклда;
 2. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати:
 - 2.1. Суюқликка туширилган жисмга таъсир этадиган кучлар;
 - 2.2. Жисмларнинг чўкиши;
 - 2.3. Жисмларнинг муаллақ ҳолатда бўлиши;
 - 2.4. Жисмларнинг сув бетига қалқиб чиқиши;
 - 2.5. “Чўкиш чуқурлиги” тушунчаси;
 - 2.6. “Сув чизиги” (ватерлиния) тушунчаси;
 - 2.7. “Сув сиғими” (водоизмещение) тушунчаси;
 3. Сузувчи жисмнинг мувозанат шарти;
 4. Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта:
 - 4.1. Оғирлик маркази – “С”;
 - 4.2. Босим маркази – “D”;
 - 4.3. Метацентр ва уни аниқлаш;
 - 4.4. Метацентрик радиус – ρ ;
 - 4.5. Эксцентритет – e .

2

$$P_c = P_2 - P_1 = \gamma \cdot \omega \cdot h_2 - \gamma \cdot \omega \cdot h_1 = \gamma \cdot \omega (h_2 - h_1) = \gamma \cdot \omega \cdot h = \gamma \cdot V = G \quad (1.3)$$

Бу билан қонунда айtilган фикр исботланди. Чунки юқоридаги ифодада – жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кўтарувчи кучни (Архимед кучи), – суюқликнинг солиштирма оғирлигини, – суюқликка туширилган жисмнинг ҳажми ёки жисм сиқиб чиқарган суюқликнинг ҳажмини ифодалайди.

Суюқликка туширилган жисм *цилиндр* шаклида бўлганда ҳам кўтариш кучи юқоридаги йўл билан ҳисобланади.

Суюқликка туширилган жисм *ихтиёрий шаклда* бўлганда эса, у кичик параллелопипедлар ёки цилиндрларга бўлинади (расм). Жисмнинг ҳажми ифода билан аниқланади, бу ерда кичик параллелопипедлар ёки цилиндрларнинг ҳажмини ифодалайди. Архимед кучи P_z эса элементар кучлар нинг йиғиндисига сифатида қуйидагича аниқланади:

$$P = \sum \Delta P_i = \sum \gamma \cdot \Delta V_c = \gamma \cdot V \quad (1.4)$$

Суюқликка ботирилган жисмларнинг уч ҳолати. Юқорида айtilганлардан қуйидаги ҳулосага келиш мумкин: суюқликка туширилган жисмларга қуйидаги икки куч таъсир қилади:

- 1) жисмнинг оғирлик кучи: $G = \gamma \cdot V$, бу ерда: G – оғирлик, γ – жисмнинг солиштирма оғирлиги, V – жисмнинг ҳажми;
- 2) кўтариш кучи ёки Архимед кучи: $P_g = \gamma \cdot V$, бу ерда γ – сувнинг солиштирма оғирлиги.

Юқоридаги ҳар икки кучнинг муносабати натижасида суюқликка туширилган жисмларда қуйидаги уч ҳолат кузатилади:

- 1) оғир жисмларда $\gamma > \gamma_c$ бўлади, натижада $G > P_g$ бўлиб, жисм чўкади;

Архимед қонуни ҳақида. Суюқликларга туширилган жисмларнинг сузиш назарияси Архимед қонуни билан тушунтирилади.

Архимед қонуни қуйидагича таърифланади: *Суюқликка туширилган жисмга шу суюқлик томонидан таъсир этадиган куч жисм сиқиб чиқарган суюқликнинг оғирлигига тенг.*

Бу қонун янги эрадан 250 йил илгари Архимед томонидан ўтказилган тажрибалар натижасида аниқланган. Қонунда айtilганларни исботлаш учун олдинги дарсларда олган билимлардан фойдаланамиз.

Параллелопипед шаклидаги жисм суюқликка тўла туширилган бўлсин. Шу жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кучни топайлик. Қуйидагича белгилашларни киритамиз: h – параллелопипеднинг баландлиги, ω – асослари юзаси, h_1 – юқори асоси жойлашган чуқурлик, h_2 – пастки асоси жойлашган чуқурлик (1.1 - расм).

Ушбу жисмга қуйидаги кучлар таъсир этади:

- 1) юқори асосга бўлаётган босим кучи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P_1 = \omega \cdot P_c = \omega \cdot \gamma \cdot h_1 \quad (1.1)$$

- 2) пастки асосга бўлаётган босим кучи қуйидагича ҳисобланади:

$$P_2 = \omega \cdot P_c = \omega \cdot \gamma \cdot h_2 \quad (1.2)$$

- 3) вертикал деворларга таъсир этадиган P_3 ва P_4 ҳамда P_5 ва P_6 кучлар. Улар тенг ва қарама-қарши йўналганлиги туфайли ўзаро қисқаради. Шунинг учун ҳисоблашларда бу кучлар эътиборга олинмайди.

Ҳар икки асосга таъсир қилаётган кучлар қарама-қарши йўналган ва қуйидаги шартни бажаради: $h_2 > h_1$, демак $P_2 > P_1$ бўлади. Шу P_2 ва P_1 кучларнинг тенг таъсир этувчиси жисмга суюқлик томонидан таъсир этадиган кўтарувчи кучни ифодалайди. Тенг таъсир этувчи куч P_z эса P_2 ва P_1 кучларнинг фарқи сифатида аниқланади:

3

2) жисмнинг солиштирма оғирлиги сувнинг солиштирма оғирлигига тенг, яъни $\rho_{ж} = \rho_{с}$ бўлганда, $G = Pг$ бўлиб, суюқликка туширилган жисм муаллақ ҳолатда бўлади;

3) жисмнинг солиштирма оғирлиги сувнинг солиштирма оғирлигидан кичик, яъни $\rho_{ж} < \rho_{с}$ бўлганда, $G < Pг$ бўлиб, жисм сув юзасига қалқиб чиқади (1.3 - расм).

Бунда қуйидагича ҳодиса рўй беради. Қўтарилиш натижасида нинг қиймати камаяди, чунки $H > h$.

Сузаётган жисмнинг энг пастки нуқтаси билан сув сатҳи орасидаги вертикал масофа *чўкиш чуқурлиги* дейилади.

Жисм сиртида сув сатҳи билан ҳосил бўлган чизиқ *ватерлиния* дейилади.

Амалда ватерлиния кемаларда бир мунча юқоридан ўтказилади. Бунда кемага ортилиши мумкин бўлган юк ҳам ҳисобга олинади.

Кеманинг ватерлиниясидан пастдаги қисм ҳажмига тенг ҳажмдаги сувнинг оғирлиги *сув сийми* (водоизмещение) дейилади (1.4 - расм).

Мисол: кеманинг сув сийми $Pz = 2000$ тонна, кеманинг оғирлиги $G = 300$ тонна бўлса, кема қанча юк кўтариши мумкин?

Ушбу $Pг = G + R$ ифодага асосан, $R = Pz - G = 2000 - 300 = 1700$ тонна.

Сузувчи жисмнинг мувозанат шarti. Сузаётган жисм мувозанатда бўлиши учун қуйидаги икки шарт бажарилиши керак:

1) Архимед кучи жисм оғирлиги га тенг бўлиши керак, яъни $G = Pz$;

2) бу кучлар таъсир этадиган нуқталар битта вертикалда ётиши керак.

Ушбу вертикал чизиқ *сузиш ўқи* дейилади, уни “OO” билан белгилаймиз. Маълумки, биринчи шарт бажарилмаса, жисм чўка бошлаши ёки тескариси бўлиши мумкин. Иккинчи шарт бажарилмаса, жисм айланма ҳаракат қила бошлайди (1.5 - расм).

5

Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқта. Сузувчи жисмларда қуйидаги учта нуқта мавжуд бўлади (1.6-расм):

1) оғирлик маркази – C;

2) босим маркази – D. Бу нуқта, аниқроқ қилиб айтганда, Архимед кучи қўйилган нуқтани ифодалайди.

3) учинчи марказий нуқта қуйидагича аниқланади: агар мувозанатда турган жисмни мувозанат ҳолатидан чиқарсак, Архимед кучи қўйилган нуқта янги D’ нуқтага кўчади.

D’ нуқтадаги Архимед кучини сузиш ўқи кесишгунча вертикал йўналишда давом эттираемиз. Унинг OO билан кесишган нуқтасини M билан белгилайлик. Шу нуқта *метацентр* деб аталади. Расмдан кўрниб турибдики, MD > CD шартини бажаради. Бу ерда MD масофа *метацентриқ радиус* дейилади ва уни ρ билан белгилаймиз. Олдинги мавзулардан маълумки, CD *эксцентритет* деб аталади ва “e” билан белгиланади. Демак, биз ўрганилаётган ҳолатда $\rho > e$ шартини бажаради. Мана шу шарт билан бажарилганда, мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм дастлабки ҳолатига қайтади.

Агар юқоридаги шартнинг тескариси, яъни $\rho < e$ бўлса, жисм янги ҳолатни эгаллайди.

Бурилиш бурчаги $\varphi = 150$ гача бўлганда, метацентриқ радиус қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\rho = \frac{J}{V} = \frac{m^4}{m^3} = m \quad \text{Бу ерда инерция моменти} \quad J = \omega \cdot y^2$$

бўлиб, ўлчам бирлиги m^4 да ифодаланади. Аниқроқ қилиб айтганда, J – ватерлиния майдонининг унинг марказий ўқиға нисбатан инерция моменти бўлса, V – жисм сийки чиқарган сув ҳажмини ифодалайди.

6

Синов саволлари

1. Архимед қонуни ҳақида нималарни биласиз?
2. Архимед қонунини қандай исботлаш мумкин?
3. Суюқликка туширилган жисмларнинг уч ҳолати ҳақида нималарни биласиз?
4. Суюқликка туширилган жисмга қандай кучлар таъсир этади?
5. Жисмлар қандай ҳолатда чўқади?
6. Жисмлар қандай шароитда муаллақ ҳолатда бўлади?
7. Жисмлар қандай ҳолатда сув бетига қалқиб чиқади?
8. “Чўкиш чуқурлиги” қандай аниқланади?
9. “Сув чизими” (ватерлиния) тушунчасини изоҳланг.
10. “Сув сийми” (водоизмещение) тушунчасига изоҳ беринг.
11. Сузувчи жисмнинг мувозанат шarti нималардан иборат?
12. Сузувчи жисмлардаги уч марказий нуқтани эсланг.
13. Оғирлик маркази нима ва у қандай аниқланади?
14. Босим маркази нима ва у қандай аниқланади?
15. Метацентр нима ва уни қандай аниқлаш мумкин?
16. Метацентриқ радиус нима ва қандай аниқланади?;
17. Чизмада эксцентритетни кўрсатиб беринг.

7

Эътиборингиз учун раҳмат!

8

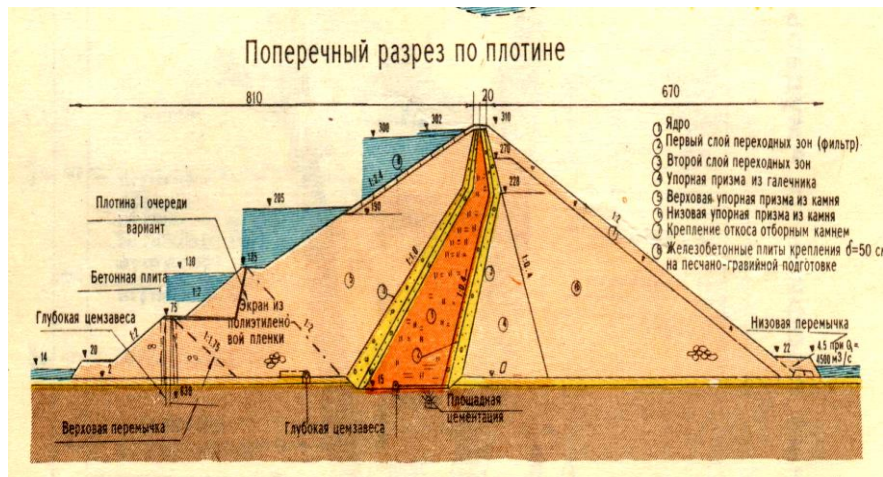
Мирзо Улуғбек номидаги
Ўзбекистон Миллий университети

РОҒУН ГЭСИ ВА У БИЛАН БОҒЛИҚ МУАММОЛАР ҲАҚИДА

Ҳикматов Ф.Х.,
Айтбаев Д.П., Юнусов Ғ.Х.

Тошкент -2011

Роғун ГЭСи тўғонининг қирқими



Қисқача тарихий маълумот

- Роғун ГЭСи лойиҳаси 60-йиллар охири, 70-йиллар бошида Тошкентда, “САО Гидропроект” да тайёрланган.
- Лойиҳа 1974 йилда собиқ СССР Госстрой томонидан тасдиқланган.
- ГЭС қурилишига тайёргарлик ишлари расман 27 сентябрь 1976 йилда бошланган.
- Собиқ СССР Министрлар Совети ГЭС лойиҳасини 1980 йилда тасдиқлаган.
- Тўғон қурилиши эса 1987 йилдан бошланган ва шу йили унинг биринчи босқичи якунланиб, 27 декабрда Вахш дарёси оқими тўғон билан тўсилган

Роғун ГЭСи тўғони ва сув омборининг лойиҳа кўрсаткичлари

К ў р с а т к и ч л а р	М а н б а л а р		
	Плотины Средней Азии, 1973	Водохрани- лища мира, 1979	Ирригация Узбекистана, Т.Ш, IV, 1979, 1981
Тўғоннинг баландлиги, м	350	306	310
Нормал димланиш сатҳи, м	340	-	300
Фойдасиз ҳажм сатҳи, м	230	-	205
Сув сигими, км ³	фойдали	8,3	8,0
	тўлиқ	11,8	11,85
			8,6
			19,0

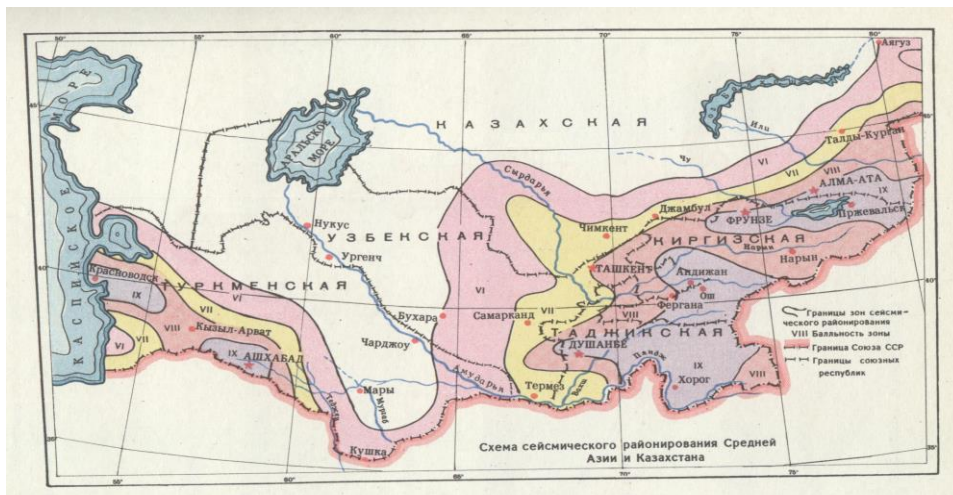
Роғун ГЭСининг Тожикистон Республикаси Энергетика вазирлиги қайд этган лойиҳа кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар		Қийматлари
Тўғон баландлиги, м		335
Сув сизими, км ³	Тўлик	13,3
	Фойдали (дастлабки)	10,3
	Фойдали (50 йилдан сўнг)	8,6
Кафолатланган қўшимча сув бериш, км ³		4,4
Белгиланган қуввати, МВт (600 · 6 та агрегат)		3600
Йиллик электр энергияси ишлаб чиқариш, млрд. кВт. соат		13,1

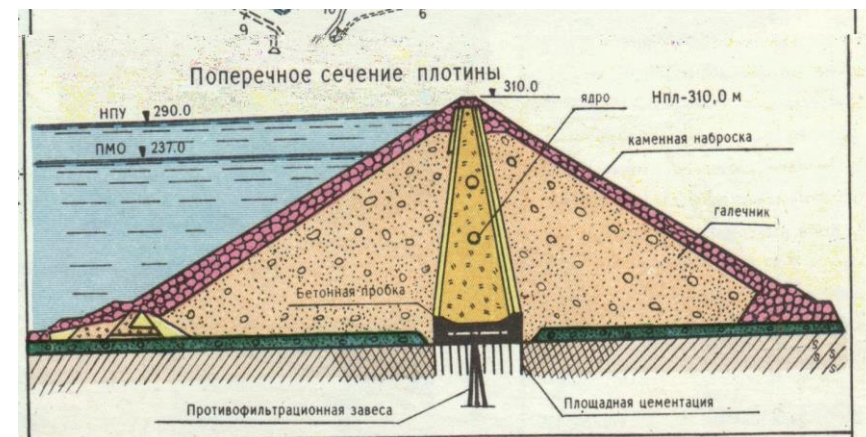
Сейсмик районлаштириш



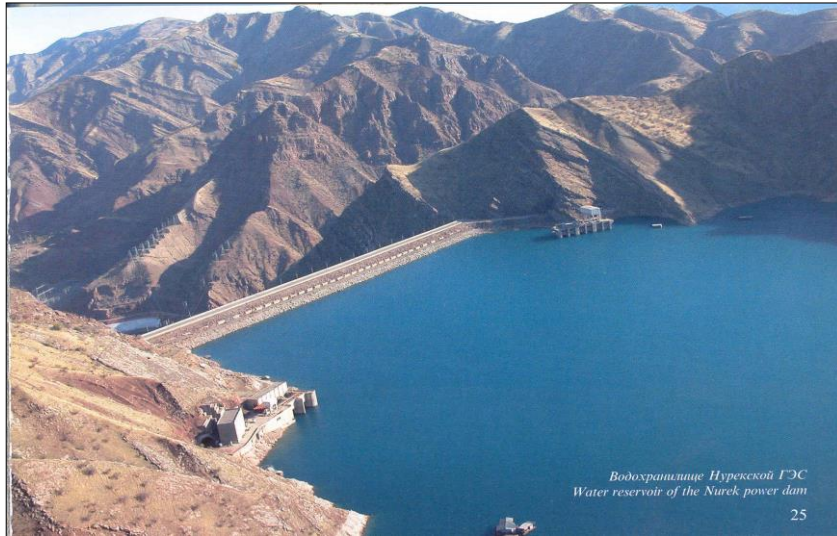
Сейсмик районлаштириш



Норак ГЭСи тўғонининг қирқими



Норак сув омбори



АДАБИЁТЛАР

Асосий:

1. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Гидрологические прогнозы. - Л.: Гидрометеиздат, 1960. - 406 с.
2. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 419 с.
3. Бефани М.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. - Л.: Гидрометеиздат, 1965. - 439 с.
4. Джорджио З.В. Опыт долгосрочных прогнозов стока рек Средней Азии. - Ташкент: Изд-во САГУ, 1955. - 202 с.
5. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 256 с.
6. Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х. - Умумий гидрология. —Тошкент: Университет, 1995. - 175 б.
7. Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х., Айтбаев Д.П. Гидрология асослари. -Тошкент: Университет, 2003. - 327 б.
8. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. - Ташкент: САНИГМИ, 2000. - 252 с.
9. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. -Ташкент: НИГМИ, 2007. -132 с.

Қўшимча:

1. Дружинин И.О. Долгосрочный прогноз и информация. Новосибирск: Наука, 1987. - 255 с.
2. Расулов А.Р., Хикматов Ф. Долгосрочный прогноз стока взвешенных наносов рек Средней Азии за вегетационный период. -В кн.: Эрозионные и русловые процессы. - Луцк. 1991, с. 159-166.
3. Расулов А.Р., Хикматов Ф. Исследование условий формирования и разработка методики прогноза месячного стока взвешенных наносов рек Средней Азии. - В кн.: Водные ресурсы, проблема Арата и окружающая среда. - Ташкент: Университет, 2000. с.352-357.
4. Мухин В.М. Прогноз притока воды в Токтогульское водохранилище в период вегетации. - Тр.Гидрометцентра. 1991. N320. с.71-96.
5. Обзор существующих оперативных методов составления гидрологических прогнозов в Центральной Азии. —Ташкент: Узгидромет, 2001. -180 с.
6. www.undp.uz (Бирлашган Миллатлар ташкилоти Тараққиёт Дастури веб-сайти).
7. www.gwpcacena.org
8. www.Ziyo.net
9. Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, 24. Synoptic Meteorology.
10. www.atmos.washington.edu/academic/synoptic.html
11. Online School for Weather www.srh.noaa.gov/jetstream