

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институти

Технология факултети

Кимёвий технология кафедраси

“Асосий технологик жараёнлар ва қурилмалар” фанидан

РЕФЕРАТ

КТ-376 гуруҳ талабаси

Ахмедова Зилола

Гидромеханик жараёнлар

Гидромеханик жараёнлар

Р Е Ж А:

- 1. Турли жинсли системалар классификацияси.**
- 2. Ажратиш усуллари.**
- 3. Ажратиш жараёнининг моддий баланси.**
- 4. Оғирлик кучи таъсирида чўктириш.**

Фойданилган адабиётлар

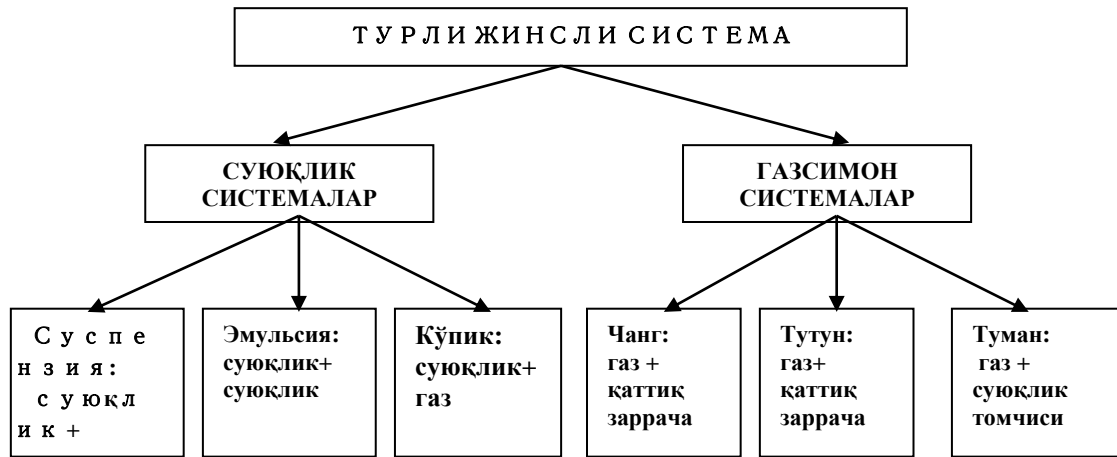
ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР

Гидромеханик жараёнларга куйидагилар киради: суюқ ва газсимон турли жинсли системаларни гравитацион (чўктириш), марказдан қочма (центрифугалаш) ёки электр майдони кучлари таъсирида қаттиқ заррачалардан тозалаш; босимлар фарқи остида суюқлик ва газларни ғовак тўсиқлар орқали ўтказиб филтрлаш; суюқлик муҳитларида аралаштириш; мавҳум қайнаш ва бошқалар.

1.1. Турли жинсли системалар классификацияси

Камида иккита ҳар хил фазалардан (суюқлик - қаттиқ жисм, суюқлик - газ ва ҳ.) таркиб топган аралашмалар *турли жинсли системалар* деб номланади. Заррачалари ўта майин янчилган ҳолатдаги фаза *дисперс* ёки *ички фаза* деб аталади. Дисперс фаза заррачаларини ўраб олган муҳит эса - *дисперсион* ёки *ташқи фаза* деб аталади.

Фазаларнинг физик ҳолатига қараб турли жинсли системалар куйидаги гуруҳларга бўлинади: суспензия, эмульсия, кўпик, чанг, тутун ва туманлар (1.1-расм).



1.1-расм. Турли жинсли системалар классификацияси.

Суюқлик ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган турли жинсли система *суспензия* деб аталади. Қаттиқ заррачалар ўлчамига қараб суспензиялар шартли равишда куйидаги турларга бўлинади: дағал (>100 мкм); майин ($0,5...100$ мкм); лойқа ($0,1...0,5$ мкм) суспензиялар ва коллоид эритмалар ($\leq 0,1$ мкм).

Биринчи иккинчисидан эримайдиган, дисперс ва дисперсион фазалардан ташкил топган аралашма системаси *эмульсия* деб номланади. Дисперс фаза заррачаларининг ўлчами кенг ораликда ўзгариши мумкин. Одатда, эмульсия оғирлик кучи таъсирида қатламларга ажралади. Лекин, дисперс фаза томчилари $0,4...0,5$ мкм дан кичик бўлса ёки стабилизаторлар қўшилган ҳолларда эмульсиялар турғун бўлади ва узок муддат давомида қатламларга ажралмайди. Дисперс фаза концентрацияси ортиши билан дисперс фаза дисперсион фазага ўтиши ва тескариси бўлиши мумкин. Бундай ўзаро алмашиниш ҳодисаси фазалар *инверсияси* дейилади.

Суюқлик ва унда тақсимланган газ пуфакчаларидан ташкил топган системалар *кўпиклар* деб аталади. Кўпиклар ўз хоссалари бўйича эмульсияларга яқин.

Газ ва унда тақсимланган $0,3...5$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар *тутунлар* деб номланади. Тутунлар буғ (ёки газ) ларнинг суюқ ёки қаттиқ ҳолатга конденсацияланиш жараёни орқали ўтишда ҳосил бўлади. Ундан ташқари, қаттиқ ёки қилғилар ёниши натижасида ҳам пайдо бўлади.

Газ ва унда тақсимланган $3...70$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар *чанглар* деб аталади.

Кўпинча чанглар қаттиқ материални майдалаш, аралаштириш ва маълум масофага узатиш пайтида ҳосил бўлади.

Дисперсион газ ва ўлчами $0,3...5$ мкм бўлган дисперс суюқлик фазалардан ташкил топган

системаларга **туманлар** дейилади. Туманлар сув бугини совитиш жараёнида, бугнинг конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлади.

Тутун, чанг ва туманлар - **аэрозоллар** деб юритилади.

1.2. Ажратиш усуллари

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли жинсли системаларни ташкил этувчи фазаларга ажратишга тўғри келади. Масалан, вино ишлаб чиқаришда уни тиндириш, яъни муаллақ ҳолатдаги заррачаларни, суюқ фазадан ажратиш. Ажратиш усуллари танлашда дисперс фаза ўлчамига, фазалар зичликлари фарқига ва дисперсион фаза қовушқоқлигига аҳамият бериш зарур. Турли жинсли системаларни ажратиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: а) чўктириш; б) филтрлаш; в) центрифугалаш; г) суюқлик ёрдамида ажратиш.

Оғирлик кучи, инерция (жумладан, марказдан қочма) ёки электростатик кучлар ёрдамида турли жинсли системалар таркибидаги қаттиқ ёки суюқлик заррачаларини ажратиш жараёни **чўктириш** деб номланади. Агар, жараён фақат оғирлик кучи таъсирида олиб борилса **тиндириш** деб юритилади. Тиндириш одатда турли жинсли системаларни дастлабки ажратиш учун ишлатилади.

Филтрлаш - турли жинсли системаларни ғоваксимон тўсиқ - филтр ёрдамида ажратиш жараёнидир. Бунда, ғоваксимон тўсиқ суюқлик ёки газни ўтказиб юборади, аммо муҳитдаги қаттиқ заррачаларни ушлаб қолади. Суспензия, эмульсия ва чангларни ажратиш учун чўктириш жараёнига қараганда филтрлаш анча самарали.

Центрифугалаш - суспензия ва эмульсияларни марказдан қочма куч таъсирида ажратиш жараёнидир. Бу жараёнда яхлит ёки ғоваксимон тўсиқлар ҳам ишлатилади. Центрифугалаш жараёнида чўкма ва суюқ фаза (фугат) ҳосил бўлади.

Суюқлик ёрдамида ажратиш усули деб - газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни бирорта суюқлик иштирокида ушлаб қолиш жараёнига айтилади. Бу жараён оғирлик ёки инерция кучлари таъсирида олиб борилади ва газларни тозалаш учун ишлатилади. Баъзан, бу усулдан суспензияларни ажратишда ҳам фойдаланиш мумкин.

1.3. Ажратиш жараёнининг моддий баланси

Дисперс фаза **a** ва дисперсион фаза **b** лардан ташкил топган турли жинсли система ажратилиши керак. Қуйидаги белгилашларни киритамиз:

G_{ap} , $G_{чук}$, G_{mc} – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқлик массалари, кг;

x_{ap} , $x_{чук}$, x_{mc} – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқликлар таркибида **b** модда концентрацияси, %.

Агар ажратиш жараёнида масса йўқотилиши бўлмаса, моддий баланс тенгламасини ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

моддаларнинг умумий миқдори бўйича

$$G_{ap} = G_{mc} + G_{чук} \quad (1.1)$$

дисперс фаза (**b** модда) бўйича

$$G_{ap} x_{ap} = G_{mc} x_{mc} + G_{чук} x_{чук} \quad (1.2)$$

(1.1) ва (1.2) тенгламаларни биргаликда ечсак, тозаланган суюқлик миқдорини топамиз:

$$G_{mc} = G_{ap} \frac{x_{чук} - x_{ap}}{x_{чук} - x_{mc}} \quad (1.3)$$

ва чўкма миқдорини:

$$G_{чук} = G_{ap} \frac{x_{ap} - x_{mc}}{x_{чук} - x_{mc}} \quad (1.4)$$

Ажратиш жараёнининг самарадорлиги ажратиш жадаллиги билан характерланади:

$$\mathcal{E}_{ажр} = \frac{G_{ap} \cdot x_{ap} - G_{mc} \cdot x_{mc}}{G_{ap} \cdot x_{ap}} \quad (1.5)$$

(1.3) ва (1.4) тенгламалар ёрдамида аралаштириш жараёнини ҳам ифодаласа бўлади. Ундан ташқари, (1.3) тенгламадан аралашма таркибидаги дисперс фаза концентрациясини ҳам топиш

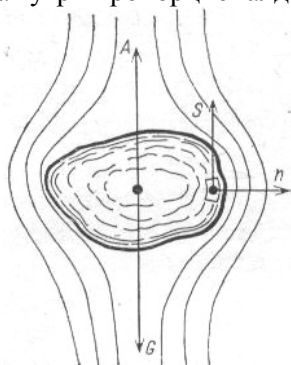
мумкин:

$$x_{ap} = \frac{G_{mc} x_{mc} + G_{чжк} \cdot x_{чжк}}{G_{ap}} \quad (1.6)$$

1.4. Оғирлик кучи таъсирида чўктириш

Чўкиш жараёнида қаттиқ жисм турли кучлар таъсирида суюқликда ҳаракат қилади. Оғирлик кучи таъсирида унинг суюқликдаги ҳаракатини кўриб чиқамиз. Бунда, қаттиқ заррачага оғирлик кучи G , кўтарувчи (Архимед) куч A ва ишқаланиш кучлари T таъсир этади (1.2-расм).

Ихтиёрий шаклдаги заррачани кўриб чиқамиз. Унинг ҳажми чизиқли ўлчамининг учинчи даражасига тўғри пропорционалдир.



$$V = \varphi_1 l^3 \quad (1.7)$$

бу ерда l - заррача габарит ўлчами, диаметри; φ_1 - шаклга боғлиқ коэффициент.

Агар, заррача зичлиги ρ_3 , суюқликники ρ_c бўлса, унда заррачага оғирлик кучи G ва кўтарувчи куч A лар таъсир этмоқда. Бу иккала куч қарама-қарши йўналган бўлади.

$$G = \varphi_1 l^3 \rho_3 g, \quad A = \varphi_1 l^3 \rho_c g \quad (1.8)$$

Ушбу кучларнинг фарқи таъсири остида заррача суюқликда ҳаракат қилади ва унинг ташқи юза бирлигига ишқаланиш кучи T таъсир этади.

Ишқаланиш кучи T Ньютон-Петров қонунига биноан аниқланади:

$$T = \mu \frac{\partial w}{\partial n}$$

1.2-расм. Оғирлик кучи G таъсирида заррача чўкишининг дифференциал тенгламасини келтириб чиқаришга оид.

бу ерда μ - динамик қовушоқлик коэффициенти; $\frac{\partial w}{\partial n}$ - тезлик градиенти.

Бутун заррачага таъсир этувчи муҳитнинг қаршилик кучи унинг юзасига боғлиқ. Демак, муҳитнинг қаршилик кучи куйидагига тенг:

$$R = \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} \quad (1.9)$$

Механиканинг иккинчи қонунига биноан, оғирлик, кўтарувчи ва ишқаланиш кучларининг тенг таъсир этувчиси, заррача массасининг эркин тушиш тезланишига кўпайтмасига тенг. Демак:

$$\varphi_1 l^3 (\rho_3 - \rho_c) g - \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} = \varphi_1 l^3 \rho_3 \frac{dw}{d\tau} \quad (1.10)$$

(1.10) тенглик оғирлик кучи таъсирида чўкаётган заррачанинг дифференциал тенгламаси деб номланади.

Ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (3.10) дан оғирлик кучи таъсирида заррачанинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламаларини олиш мумкин.

Бунинг учун (1.10) тенгламани $\varphi_1 l^3 \rho_c \frac{dw}{d\tau}$ бўлиб:

$$g \frac{d\tau}{dw} \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_3} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_{жк}} - \frac{c_2 \mu \partial w d\tau}{c_1 \rho_3 l \partial n dw} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_c} - \frac{\rho_3}{\rho_c} = 0 \quad (1.11)$$

Олинган натижани ρ_3 / ρ_c кўпайтириб ва тегишли қисқартиришларни амалга оширсак,

қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu \tau}{l \rho} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu}{\rho w l} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{1}{Re} \quad (1.12)$$

φ_2/φ_1 - нисбат заррача шаклига боғлиқ ва **шакл коэффиценти** деб номланади:

$$f = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \quad (1.13)$$

ўлчамсиз комплекс эса:

$$\frac{\mu}{\rho w l} = \frac{1}{Re} \quad \text{ёки} \quad Re = \frac{w l \rho}{\mu} = \frac{w l}{\nu}$$

Рейнолдс сони дейилади. Бу сон суюқлик оқимлари ҳаракатининг гидродинамик ўхшашлигини характерлайди, заррачанинг чўкиш жараёнида эса – суюқликнинг заррача атрофидан оқиб ўтиш гидродинамик ўхшашлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан (1.11) нинг биринчи айрилувчисидан қуйидаги кўринишга келамиз:

$$\frac{g \tau}{w} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (1.14)$$

(1.14) тенгламани Re^2 га кўпайтирсак, **Архимед** критерийсини оламиз:

$$Ar = \frac{w^2 l^2}{\nu^2} \cdot \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (1.15)$$

Ушбу критерий оғирлик ва кўтарувчи кучлар фарқининг кўтарувчи кучга нисбатини характерлайди.

Шундай қилиб, ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (3.10) тенгламадан заррачаларнинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламасини келтириб чиқариш мумкин:

$$Re = a(fAr)^n \quad (1.16)$$

Чўкиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида қуйидаги режимлар аниқланган: ламинар ($Re \leq 0,2$), ўтиш ($0,2 < Re < 50$) ва турбулент ($Re < 500$). Амалий ҳисоблар учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

$Re < 1,85$ ёки $f \cdot Ar < 33$ бўлганда

$$Re = \frac{f \cdot Ar}{18} = 0,056 f \cdot Ar \quad (1.17)$$

$1,85 < Re < 500$ ёки $33 < f \cdot Ar < 83 \cdot 10^3$ бўлганда

$$Re = 0,152 \cdot (fAr)^{0,725} \quad (1.18)$$

$Re > 500$ ёки $f \cdot Ar > 83 \cdot 10^3$ бўлганда

$$Re = 1,74 \cdot (fAr)^{0,5} \quad (1.19)$$

(1.17)...(1.19) формулалар ёрдамида аниқланган Рейнолдс сони орқали оғирлик кучи таъсирида суюқликда чўкаётган заррача тезлигини топиш мумкин:

$$w_{\text{чүк}} = \frac{Re \mu}{l \rho} \quad (1.20)$$

Ламинар ҳаракат режимида чўкиш тезлигини қуйида келтирилган усулда топилади. d диаметрли сферик шаклга эга заррачалар учун $w_{\text{чүк}}$ (1.17) формуладан аниқлаш мумкин:

$$\frac{w_{\text{чжк}} d \rho}{\mu} = \frac{1}{18} \frac{g d^3 (\rho_3 - \rho)}{v^2 \rho}$$

Агар, $v = \mu/\rho$ эканлигини ҳисобга олсак, чўкиш тезлиги ушбу кўринишда ёзилади:

$$w_{\text{чжк}} = \frac{g d^2 (\rho_3 - \rho)}{18 \mu} \quad (1.21)$$

(1.21) формула Стокс қонунини, яъни шарсимон заррачаларнинг ламинар режимдаги чўкиш тезлиги, улар диаметрининг квадратиغا, муҳит ва заррача зичликлари фаркига тўғри пропорционал ва муҳит қовушоқлигига тескари пропорционаллигини ифодалайди.

Нотўғри шаклдаги заррачалар учун чўкиш тезлиги шарсимонникидан кам бўлади. Заррачаларнинг шакл коэффициенти қийматлари махсус адабиётларда келтирилган.

Суюқликда томчининг чўкиш жараёнида унинг шакли узлуксиз равишда ўзгариб туради. Бундай ҳолларда суюқлик томчисининг чўкиш тезлиги проф. Смирнов Н.И. формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$w_{\text{чжк}} = \frac{g d^{2,5}}{\sigma} \left(\frac{\rho - \rho_T}{\rho_T} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho g} \right)^{0,5} \quad (1.22)$$

бу ерда d - томчининг ўртача диаметри; σ - фазалар чегарасидаги сиртий таранглик; ρ_T - томчи ҳосил қилувчи суюқлик зичлиги; ρ - муҳит зичлиги; μ - муҳит қовушоқлиги.

Стокс қонунига биноан, чўкаётган каттик заррачанинг максимал ўлчами ушбу формуладан топилади:

$$d_{\text{max}} \approx 1,56 \sqrt{\frac{\mu^2}{\rho(\rho_3 - \rho)}} \quad (1.23)$$

Чўкиш жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганиш натижасида қуйидаги умумий қоида келиб чиқади: заррача ўлчами ва фаза зичликларининг фарқи ортиши билан чўкиш тезлиги кўпаяди, лекин муҳитнинг қовушоқлиги кўпайиши билан чўкиш тезлиги камаёди.

Фойданилган адабиётлар

1. Юсуббеков Н. Р. “Кимёвий технология асосий жараёнлар ва курилмалар”. Тошкент-2003
2. Юсуббеков Н. Р. , Нурмухамедов Х. С. , Истуллаев П.Р. “Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг жараён ва курилмалари” Т-1999.
3. Салимов З.С. , Тўйчиев И. С. Кимёвий технология асосий жараёнлар ва курилмалар”. Ўқитувчи-1987

