

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
QISHLOQ VA SUV XO'JALIGI VAZIRLIGI**

A r i f j a n o v O. M.

**EKOLOGIK JARAYONLARNI
MODELLASHTIRISH**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi ilmiy-metodik
birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash tomonidan o'quv
qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

Toshkent – 2011

***O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi OO'MTVning 2008 yil
28 fevraldagi № 51 – buyrug'iga asosan chop etishga tavsiya etilgan.***

UDK 505.064.36.

O'quv qo'llanma “Ekologik jarayonlarni modellashtirish” fani dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda ekologik jarayonlarni fizik va matematik modellashtirish asoslari yoritilgan. O'quv qo'llanma – “Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” bakalavriat yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

Учебное пособие предназначено для студентов направления бакалавриата «Экология и охрана окружающей среды» и соответствует рабочей программы курса «Моделирование экологических процессов». Пособие посвящена физическому и математическому моделированию процессов, связанных с охраной окружающей среды.

This manual was written based on the subject of "Modeling of Ecological Processes" and the physical and mathematical modeling basics of ecology processes were depicted in it. The manual was arranged for Bachelor students in whom "Ecology and environmental science"

Taqrizchilar:

R. Sadullayev, t.f.d., professor

A. Akbarov, dotsent

O. Arifjanov.

/ EKOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH /

O'quv qo'llanma., T-2011., 105 b.

© Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti, 2011

KIRISH

O'zbekiston hukumati aniq-ravshan ekologik tadbirlar tizimini amalga oshirishga muhim ahamiyat bermoqdaki, bu tizim mamlakatning butun xalq xo'jaligini isloh qilishning ajralmas qismi bo'lib qolmoqda. O'zbekiston hukumati respublika fuqorolarining yashashi uchun sog'lom shart-sharoit vujudga keltirish va tabiatdan foydalanish samaradorligini oshirishni O'zbekiston siyosatining ustivor jihatlari deb qaraydi.

Ekologik tizimlardagi jarayonlarni modellashtirish fani biosferada vujudga keladigan o'zgarishlar jarayonida atrof muhitga ko'rsatadigan ta'sirini o'rganishdan iborat.

Tabiiy va antropogen omillar ta'sirida atmosfera, gidrosfera va umuman biosferada sodir bo'ladigan o'zgarishlarni modellashtirish katta amaliy va ilmiy ahamiyatga ega.

Bo'lajak qishloq va suv xo'jaligi sohasi uchun tayyorlanayotgan kadrlar, asosan atrof-muhitni himoyalash yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalar tabiiy va antropogen ommillar ta'sirida yuzaga keladigan hodisalarni baholash va uning oldini olish uslublarini bilishlari lozim.

Ekologik tizimlarni modellashtirish fani oliy matematika, fizika, kimyo, informatika, suyuqlik mexanikasi fanlariga tayangan holda o'zlashtiriladi.

Ekotizimlar fizik, kimyoviy, biologik jarayonlar ta'sirida o'zgaruvchan xususiyatga ega ekanligini va bu jarayonlarni anglash, o'rganish, baholashda modellashtirish metodlaridan foydalanish lozim bo'ladi. Tabiatda bo'layotgan chegaralangan (lokal) va global o'zgarishlarni bo'lajak kadrlar tasavvur eta olish, ularning salbiy oqibatlarini kamaytirish yoki oldini olishda tezkor chora-tadbirlar ishlab chiqish, atrof-muhitga bo'ladigan zararlarni baholash miqdorini hisoblay olish ko'nikmasiga ega bo'lishlari kerak.

Biomassalar miqdori, sifatining o'zgarishi ma'lum vaqtlarda optimal yashash sharoitining buzilishiga olib keladi va shu bois bu sohada ta'lim olayotgan talabalar atmosfera havosini, suv manbalarini va yer resurslarini ifloslantiruvchi, buzuvchi va foydalanish uchun yaroqsiz holatga keltiruvchi jarayonlarni aniqlash va oqibatlarini miqdoriy baholash pirovardida ekologik nuqtai nazardan oqilona qaror qabul qilish imkoniyatiga ega bo'lishlari lozim.

Oxirgi yillarda atmosfera, suv va tuproqning ifloslanishi va ifloslanish oqibatida vujudga keladigan salbiy holatlarni aniqlash va uning iqtisodiy, ekologik zararlarini baholashda modellashtirish uslublaridan juda keng foydalanilmoqda.

Modellashtirish natijalari asosida atrof - muhit himoyasiga bag'ishlangan chora - tadbirlar ishlab chiqish, barqaror rivojlanish omillarini ta'minlash va pirovardida tabiat va inson o'rtasidagi muvozanatni saqlashga erishish yo'llarini topishdir.

1-§ Ekologik jarayonlarni modellashtirish fani

Maqsad va vazifalari

1.1. Ekologik tizim

Tabiiy jarayonlarni o'rganish, unda yuzaga kelayotgan o'zgarishlarni bilish azal-azaldan insoniyatni qiziqtirib kelgan.

Atrof muhitga ta'sir etuvchi ekologik omillarni quydagilarga ajratish mumkin: abiotik (jonsiz tabiat); biotik (jonli mavjudot); antropogen (tabiatga inson tomonidan ko'rsatilayotgan ta'sirlar).

Hozirgi kunda atrof-muhitga, ekotizimdagi o'zgarishlarga inson faoliyatining ta'siri juda katta bo'lmoqda.

Tabiiy resurslardan foydalanish, mahsulot ishlab chiqarish keskin rivojlanib bormoqda. Ekotizimlardagi barqarorlikni saqlab qolish, tolerantlik qonunini buzilmasligi uchun insoniyatdan oqilona faoliyat yuritish talab etiladi.

Atrof - muhitga bo'lgan munosabatda noosfera vujudga kelishi lozim. (Akademik V.I.Vernadskiy (1931 yil) tomonidan kiritilgan tushuncha).

Noosfera - biosfera evolyusiyasining bosqichi, uning taraqqiyotidagi jamiyat ongli faoliyatining yetakchi rolini ifodalaydi.

Insoniyat faoliyati tufayli yer sharida juda katta miqdorda mahsulotlarning harakati vujudga kelmoqda. Quyidagi jadvalda (1-jadval) yetishtirilgan mahsulot miqdori keltirilgan.

Mahsulot turi	Miqdori
Ko'mir, T	$2,7 \cdot 10^9 - 3,9 \cdot 10^9$
Neft, T	$2,6 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^9$
Gaz, m ³	$1600 \cdot 10^9$
Qishloq xo'jalik mahsulotlari	$2,5 \cdot 10^9$
Yog'och	$1 \cdot 10^9$
Mineral o'g'itlar	$0,2 \cdot 10^9 - 0,5 \cdot 10^9$
Ruda, qurilish materiallari, T	$1,1 \cdot 10^9 - 5 \cdot 10^9$

Yer yuzida mahsulot yetishtirishning o'sib borishi, chiqindilar miqdorini oshib borishiga sabab bo'lmoqda.

Bu jarayonlar ekotizimdagi barqarorlikni buzishga va ekologik tanglikni vujudga keltirmoqda. Bu esa o'z navbatida tirik organizmlarning barqaror rivojlanishiga xavf solmoqda.

Ma'lumki tirik organizmlar-biotik muhit, ma'lum shartlarda ya'ni mavjudlik sharti bajarilganda yashay oladilar.

Tirik organizmlarni yashash joylarini 4 - ga ajratish mumkin: 1) suv; 2) havo; 3) tuproq; 4) boshqa organizimlarda.

Mavjudlik sharti deb hayot uchun zarur bo'lgan atrof muhit omillariga aytiladi, ya'ni ularsiz organizmlar yashay olmaydi.

Tabiatda tirik organizmlar bir - birlari bilan bog'liq ravishda ma'lum geologik - geografik muhitda yashaydi.

Tirik organizmlarning jonsiz tabiat bilan o'zaro bog'liqligini ekologiyada ekologik tizim (ekotizim) deb yuritiladi (1- rasm).

Ekotizim iborasini anglash uchun quyidagi tushunchalar bilan tanishamiz:

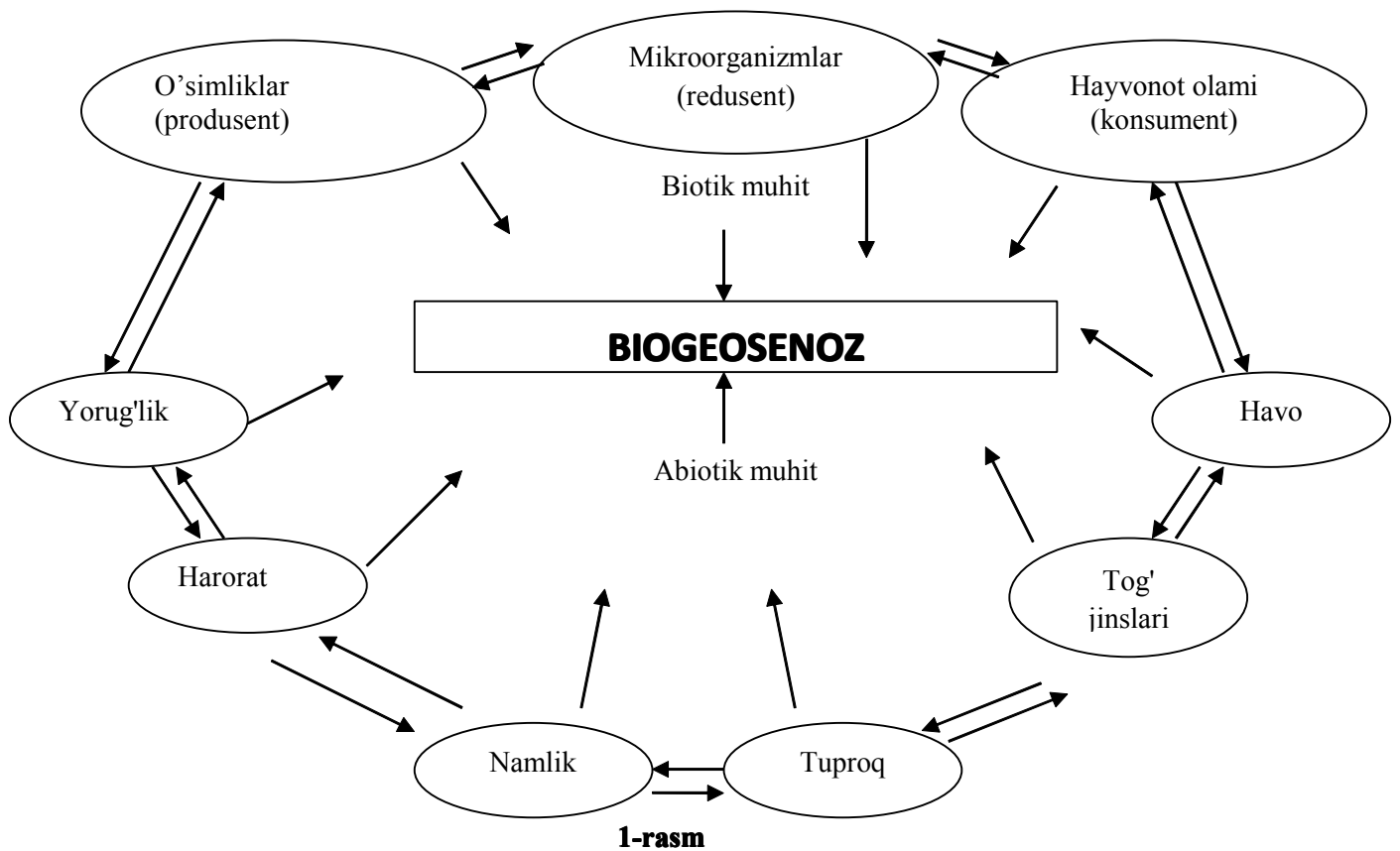
Biosenoz (yunoncha: "bios" - hayot; senoz - umumiy) tirik organizmlarning (o'simliklar, zamburug'lar, hayvonlar va mikroorganizmlar) tabiat bilan o'zaro bog'liqligi, u bilan moddiy va energetik bog'liqligidir.

Biosenozlar yigindisi yer sharida global ekotizimni paydo qiladi va u biosfera deb nomlanadi.

Ekotizim tushunchasi keng qamrovli bo'lib, biosferadan tortib oddiy akvariumgacha o'z ifodasini topishi mumkin.

Odatda ekotizimlarni quyidagi guruhlariga ajratadilar:

1. Mikroekotizim - (masalan bir qatra ko'l suvi; bir daraxt tanasi)
2. Mezoekotizim - (masalan o'rmon, ko'l va h.k.)
3. Makroekotizim - (okean, kontinent va h.k.)
4. Global ekotizim - biosfera.



1.2. Fizik va matematik modellashtirish

Ekotizimdagi jarayonlarni modellashtirish fanining maqsadi modellashtirish yordamida ekotizimda vujudga keladigan o'zgarishlarni baholash va oqibatlarini bashoratlashdan iborat.

Modellashtirish ekotizimdagi jarayonlarni bilish uslubi sifatida amalda keng qullaniladi.

"Model" - so'zining lug'aviy ma'nosi - "nusxa" deganidir.

Ekotizimdagi jarayonlarni modellashtirish, umuman modellashtirishni ikki turga ajratish mumkin:

- 1) fizik modellashtirish;
- 2) matematik modellashtirish;

Fizik modellashtirishda o'rganilayotgan jarayonlarning fizik modeli vujudga keltiriladi. Ya'ni jarayonning barcha fizik xossalari saqlanib qolinishiga harakat qilinadi.

Masalan atrof - muhitni ifloslantiruvchi moddalarning suv xavzalarida taqsimoti yoki gidrotexnik inshootlarning atrof - muhitga ta'siri va boshqa jarayonlarni ma'lum bir masshtabda modeli yaratiladi.

Matematik modellashtirishda jarayonlar matematik ishoralar, belgilar, mantiqiy ketma - ketliklar bilan ifodalanadi.

Masalan mexanikada keng qo'llaniladigan uzluksizlik tenglamasi; harakat miqdorining, massaning, energiyanning saqlanish qonunlari va.h.k.

Ma'lumki barcha matematik modellar qandaydir sxema va gipotezalarga asoslangan. Shuning uchun tuzilgan matematik modellarda jarayonlarni ifodalash sifati ham xar xil bo'ladi.

Matematik modellashtirishda EXM imkoniyatidan keng foydalanish mumkin. Ya'ni matematik tenglamalarni sonli usulda yechish bilan xulosalar olish mumkin.

Modellashtirish jarayonida modellashtirishning ikki turidan xam foydalanish mumkin. Bunday modellashtirishga "gibrid" modellashtirish deyiladi. Masalan biron - bir jarayonning fizik modeli yaratiladi va uni boshqarish esa EXM yordamida amalga oshiriladi yoki jarayon fizik modelda kuzatiladi, o'lchov natijalari va hisoblash ishlari EXM yordamida bajariladi.

Fizik va matematik modellashtirishning afzallik va murakkab tomonlari mavjud.

Fizik modellashtirishda biron - bir jarayon haqida to'liq ma'lumot olish mumkin, xolbuki jarayonni ifodalovchi barcha faktorlarni matematik ifodalash mushkil. Shu bilan bir katorda fizik modellarni yaratish matematik modellarni yaratishdan osonroq.

Chunki tuzilgan matematik tenglamalarning yechimini topish ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq.

Fizik modellashtirishdan foydalanishning mushkul tomonlardan, imkoniyatlarning cheklanganligi, masalan tajriba laboratoriyalarining o'lchamlarining to'g'ri kelmasligi; o'xshashlik shartlarining hamma vaqt bajarish imkoniyati yo'qligi va h. k.

Modellashtirishning qaysi turidan foydalanish uchun quyilgan masalaning mazmun mohiyatiga e'tibor qilish, kerakli natijaning mazmunidan va modellashtirish imkoniyatidan kelib chiqish lozim.

Atrof - muhitga bo'layotgan texnogen ta'sirni kamaytirish, ekologik keskin vaziyatni yumshatish uchun quyidagi ikkita muammoni yechish kerak bo'ladi:

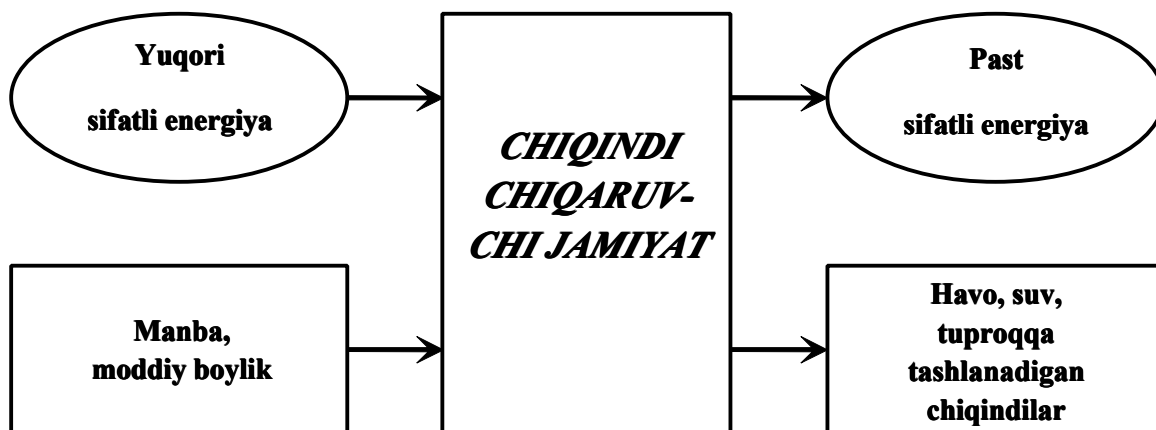
- 1) Shunday optimal texnologik yechimlar topish kerakki, tabiatga, inson organizmiga va uning avlodiga (genofond) minimum ta'sir ko'rsatishi kerak.
- 2) Mumkin bulgan og'ir oqibatlarni aniq baholash va bashorat qilish imkoniyatini yaratish.

Mavjud va kelajakda bo'ladigan texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishning inson hayotiga, xayvonot olamiga, o'simlik dunyosiga va umuman biosferaga ko'rsatadigan salbiy ta'sirlarini ob'ektiv baholash va bashorat qila olish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak.

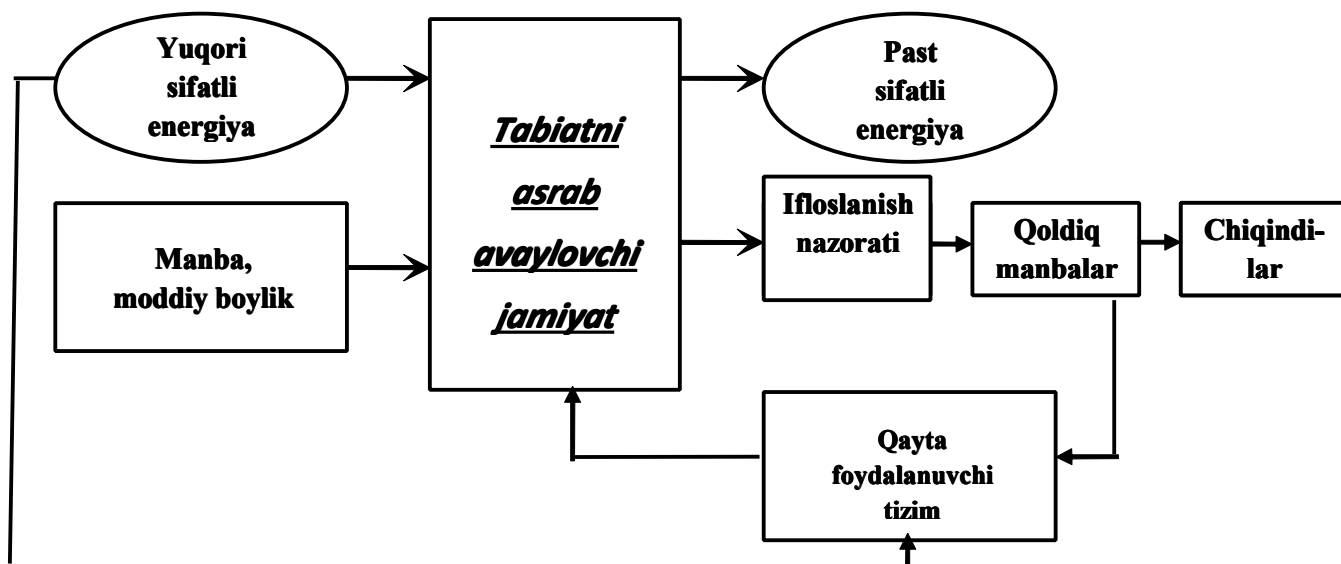
Tabiat tomonidan berilgan ne'matlardan insoniyat asosan ikki yo'nalishda foydalanishi mumkin. Birinchisi faqat o'z manfaatlarini o'ylab, ikkinchisi tabiatni asrab -avaylab foydalanish (2 -rasm).

Birinchisi beshubha insoniyatni halokatga yaqinlashtiradi, ikkinchi yo'l insoniyat va tabiat o'rtasidagi muvozanatni saqlab borishiga imkoniyat beradi. Ilmiy - texnik taraqqiyot, aholi sonining o'sishi atrof - muhitni himoya qilish zaruriyatini muqarrar qilib qo'ymoqda.

1- Tabiiy manbalardan faqat o'z manfaatlaridan kelib chiqib foydalanuvchilar



2- Tabiiy manbalardan oqilona foydalanuvchilar



2 - rasm. Jamiyat va tabiatning rivojlanish modellari

Nazorat savollari

1. Ekotizimdagi jarayonlarni modellashtirish fanning maqsadi va vazifalari.
2. Ekotizim tushunchasi. Ekotizimlar guruxlari.
3. Ekotizimdagi jarayonlarni fizik va matematik modellashtirish.
4. Jamiyat va tabiatning rivojlanish modeli.

2-§ o'lchov birliklar nazariyasi. O'lchov birliklar.

2.1. Asosiy o'lchov birliklar

Biron-bir kattalikni o'lchash - Q demak uni boshqa bir - q fizik mohiyati bir xil kattalik bilan solishtirishdir.

Solishtirish uchun qabul qilingan kattalik - q o'lchov birligi deb ataladi.

Bir-biriga qarama-qarshi bo'lmagan fizik kattaliklarning o'lchov birliklariga - o'lchov birliklar sistemasi deyiladi.

Odatda, keng tarqalgan o'lchov birliklar tizimi - xalkaro sistema SI (System International) sistemasi hisoblanadi.

SI sistemasida o'lchov birliklar asosiy yoki birinchi darajali va ikkinchi darajali o'lchov birliklariga ajratilgan.

Birinchi darajali o'lchov birliklar: massa (kilogramm, kg), uzunlik (metr, m), vaqt (sekund, s), tok kuchi (amper, a), xarorat (Kelvin, Ko) va yorug'lik kuchi (svecha, sv) Ikkinchi darajali o'lchov birliklar deb birinchi darajali o'lchov birliklari asosida aniqlovchi formulalar yordamida yaratilgan o'lchov birliklariga aytiladi.

Masalan, tezlik uchun aniqlovchi formula quyidagi ko'rinishga ega:

$$g = \frac{dl}{dt};$$

bu yerda: l - uzunlik;

t - vaqt.

U holda tezlik o'lchov birligi, asosiy o'lchov birliklar orkali quyidagicha ifodalanadi:

$$[g] = [L][T]^{-1} :$$

bu yerda: L , T - mos ravishda uzunlik va vaqt o'lchov birliklari, yoki

$$[g] = \left[\frac{M}{c} \right]$$

Kuch uchun aniqlovchi formula sifatida Nyutonning ikkinchi konunini qabul qilish

mumkin:

$$F = m a$$

bu yerda: m - jism massasi;

a - tezlanish.

U holda

$$[F] = [M][L][T]^{-2}$$

Ish uchun aniqlovchi tenglama:

$$A = FS$$

bu yerda F – kuch, S - bosib o'tilgan masofa:

$$[A] = [M][L]^2 [T]^{-2}$$

Yuqoridagilardan kelib chiqib alohida bir shartni qayd etishimiz lozim: har qanday fizik kattalikning o'lchov birligi birinchi darajali o'lchov birliklarining kupaytmasini darajaga kutarishdan iborat ekan.

Masalan uchta asosiy o'lchov birliklaridan iborat kattalik: (Q) quyidagicha ifodalanadi:

$$[Q] = [M]^{\mu} \cdot [L]^{\lambda} \cdot [T]^{\tau};$$

Demak SI sistemasida xar qanday mexanik jarayondagi fizik kattalik o'lchov birligini asosiy o'lchov birliklar (uzunlik - L ; vaqt - T , massa - M) orqali ifodalash mumkin.

2.2. Bir o'lchov birliklaridan boshqa o'lchov birliklariga o'tish.

Bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'lchov birliklar

Biron bir fizik jarayoni masalalarni modellashtirishda birdaniga barcha asosiy o'lchov birliklarining qatnashishi ehtimoli kam.

Masalan mexanik harakat o'rganilayotgan bo'lsa, u holda amper, Kelvin, svecha kabi o'lchov birliklar qatnashmaydi.

Agar elektr tizimlariga doir masalalar ko'rilayotgan bo'lib, mexanik harakat qurilmasa, bunday hollarda ikkinchi darajali o'lchov birliklar: tok kuchi, uzunlik, vaqt asosida aniqlanadi.

O'lchov birliklarning bir - biriga bog'liqligini quyidagicha sharhlash mumkin:

Misol tariqasida mexanik tizimlarda asosiy hisoblangan uzunlik - L , vaqt - T , massa - M , o'lchov birliklarini olamiz.

Endi shunday bir - biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklar U_1 ; U_2 ; U_3 mavjudligi shartlarini ko'ramiz.

Bir - biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklar mavjud bo'ladi, agar quyi-dagi shartlar bajarilsa.

1- shart. $[U_1]$; $[U_2]$; $[U_3]$ - kattaliklar o'lchov birligi: $[M]$; $[L]$; $[T]$ ning funk-siyalari bo'lishlari kerak, ya'ni; $[U_1] \neq [U_3]^{\alpha} \cdot [U_2]^{\beta}$; λ ; β - ixtiyoriy sonlar.

2 - shart. $[M]$, $[L]$, $[T]$ - ni faqat $[U_1]$; $[U_2]$; $[U_3]$ - orqali ifodalash mumkin.

Bu ikkala shartni qanoatlantiradigan holatni ko'rib chiqamiz

Faraz qilamizki U_1, U_2, U_3 - ning o'lchov birliklari quyidagicha:

$$[U_1] = [M]^{\mu_1} \cdot [L]^{\lambda_1} \cdot [T]^{\tau_1};$$

$$[U_2] = [M]^{\mu_2} \cdot [L]^{\lambda_2} \cdot [T]^{\tau_2};$$

$$[U_3] = [M]^{\mu_3} \cdot [L]^{\lambda_3} \cdot [T]^{\tau_3};$$

Ifodani logarifmlab, quyidagi tenglamalar sistemasiga kelamiz:

$$\lg[U_1] = \mu_1 \lg[M] \cdot \lambda_1 \lg[L] \cdot \tau_1 \lg[T];$$

$$\lg[U_2] = \mu_2 \lg[M] \cdot \lambda_2 \lg[L] \cdot \tau_2 \lg[T];$$

$$\lg[U_3] = \mu_3 \lg[M] \cdot \lambda_3 \lg[L] \cdot \tau_3 \lg[T];$$

Algebra kursidan ma'lumki, bu tenglamalar sistemasi yechimga ega bo'ladi, agar tenglama koeffisientlaridan tuzilgan matrisa noldan farqli bo'lsa, ya'ni

$$\Delta = \begin{vmatrix} \mu_1 & \lambda_1 & \tau_1 \\ \mu_2 & \lambda_2 & \tau_2 \\ \mu_3 & \lambda_3 & \tau_3 \end{vmatrix} \neq 0$$

Demak $[U_1]; [U_2]; [U_3]$ - ni asosiy o'lchov birliklar deb qabul qilish uchun (1)

- shart bajarish kerak.

Masalan, kuch, vaqt, uzunlik birinchi darajali kattalik bo'lishi mumkinligini ko'ramiz:

$$U_1 = F; U_2 = T; U_3 = L;$$

yoki o'lchov birliklar asosida:

$$[U_1] = [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2};$$

$$[U_2] = [T]; [U_3] = [L]$$

U holda bu tenglamalar sistemasidan tuzilgan matrisa quyidagi ko'rinishga ega:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \neq 0$$

Demak kuch, vaqt, uzunlik birinchi darajali kattalik bo'ladi.

huddi shunday kuch - F : zichlik - ρ : vaqt - T : ham birinchi darajali kattaliklar bo'lishi

mumkin, chunki $\Delta = -4$

Ammo kuch, tezlik va quvvat uchun $\Delta = 0$, demak bu kattaliklar birinchi darajali kattaliklar bo'lolmaydi. Buni quyidagi tenglamadan ham anglash mumkin, chunki $N = F \cdot V$

Yoki yuqoridagi tahlil asosida, isbotlashimiz mumkin. U holda kuch, tezlik va quvvat o'lchov birliklari orasidagi bog'lanishni quydagicha aniqlaymiz.

$$[F] = [M]^1 \cdot [L]^1 \cdot [T]^{-2}$$

$$[V] = [M]^0 \cdot [L]^1 \cdot [T]^1$$

$$[N] = [M]^1 \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-3}$$

Xosil bo'lgan ifodaning daraja ko'rsatgichlari asosida tuzilgan matrisa operatorini aniqlaymiz:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix} = -3 + 2 + 2 - 1 = 0$$

$\Delta = 0$, demak bu kattaliklar bir-biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklar emas, ya'ni kuch va tezlik ma'lum bo'lsa quvvatni aniqlash mumkin.

Modellashtirish jarayonida bir - biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklarni aniqlab olish, yakuniy natijalarni olishda va xulosalar qilishda qulaydir. Modellashtirish natijasida olingan bog'lanishlarni analitik ifodalash uchun bir - biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklarni aniqlab olish zarur bo'ladi.

Nazorat savollari

1. O'lchov birligi nima?
2. Birinchi va ikkinchi darajali o'lchov birliklar.
3. Bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'lchov birliklar.
4. Quyidagi fizik kattaliklarning: "kuch"; "vaqt"; "tezlik" - bog'liq va bog'liq emasligini aniqlang.

3-§ MODELLASHTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI.

O'xshashlik mezonlari

3.1. O'xshashlik qonunlari

Hozirgi zamon modellashtirish metodlari I.Nyuton tomonidan (1686) yaratgan o'xshashlik qonunlariga asoslangan.

I.Nyuton nazariyasi asosida fizik o'xshash jarayonlarda barcha geometrik elementlar, tezliklar, kuchlar nisbati bir xil bo'lishlari kerak.

Fizik jarayonlarni modellashtirishda asosan quyidagi talablar amalga oshirilishi lozim (bundan keyin modellashtirayotgan jarayon parametrlarini shartli ravishda "natura" - asl nusxa va modellashtirilgan jarayonni "model" deb qabul qilamiz).

1. Geometrik o'xshashlik - modellashtirayotgan jarayonning (natura) geometrik elementlari bilan modelning geometrik elementlari, ya'ni chiziqli o'lchamlari nisbati bir xil bo'lishi kerak:

$$\frac{L}{l} = K_1; \quad \frac{\Omega}{\omega} = K_1^2; \quad \frac{W_H}{W_M} = K_1^3$$

bu yerda: K_1 - modellashtirishning chiziqli masshtabi;

$L; \Omega; W_H; l; \omega; W_M$ - mos ravishda "natura" va "model"ning uzunligi, yuzasi, xajmi.

2. Kinematik o'xshashlik - modellashtirishlayotgan mexanik jarayon-ning kinematik xarakteristikalarini modelning kinematik xarakteristikalarini bilan mos kelishi kerak, ya'ni

geometrik o'xshashlik saqlangan holda yana vaqt parametrlari kiritiladi:

$$\frac{T}{\tau} = K_2$$

bu yerda: K_2 - vaqtning modellashtirish masshtabi;

T, τ - mos ravishda "natura" va "model" dagi vaqt

3. Dinamik o'xshashlik - modellashtirilayotgan mexanik jarayonga va modelga ta'sir

etayotgan kuchlar nisbati bir xil bo'lishi kerak, ya'ni geometrik, kinematik o'xshashlik saqlangan holda yana "massa" ni ifodalovchi kattalik, masalan zichliklar nisbati ko'rsatilishi

kerak:

$$\frac{\rho_H}{\rho_m} = K_3$$

bu yerda : K_3 - zichlikning modellashtirish masshtabi;

ρ_H, ρ_m - mos ravishda "natura" va "model" elementlarining zichli-gi.

I.Nyutonning o'xshashlik qonuni

Dinamik o'xshashliklarga amal qilish uchun bir necha o'xshashlik mezonlari kiritilgan. O'xshashlik mezonlari ta'sir etayotgan kuchlar xususiyati, modellashtirilayotgan jarayonlardan kutilayotgan natijalarga karab tanlab olinadi. Bu ishni amalga oshirishda Nyutonning o'xshashlik qonuniyatan foydalanamiz.

Agar "natura" massasini - M va xajmini - W_h , model massasini - m va xajmini deb belgilasak, u holda

$$M = \rho_H W_H; m = \rho_M W_M$$

bu yerdan:

$$\frac{M}{m} = \frac{\rho_H W_H}{\rho_M W_M} = K_3 \cdot K_1^3 \quad (3.1)$$

Agar "natura" dagi mexanik jarayon tezligini V_H va "model" dagini V_m deb belgilasak u xolda

$$\mathfrak{G}_H = \frac{L}{T} \quad \text{va} \quad \mathfrak{G}_M = \frac{l}{\tau}$$

Bu yerdan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\mathfrak{G}_H}{\mathfrak{G}_M} = \frac{\frac{L}{T}}{\frac{l}{\tau}} = \frac{L \cdot \tau}{l \cdot T} = \frac{K_1}{K_2} \quad (3.2)$$

Mexanik jarayon tezlanishini - a_H va "model" ning tezlanishini a_M deb belgilasak u xolda

$$a_H = \frac{L}{T^2} \quad \text{va} \quad a_M = \frac{l}{\tau^2}$$

U xolda

$$\frac{a_H}{a_M} = \frac{\frac{L}{T^2}}{\frac{l}{\tau^2}} = \frac{L \cdot \tau^2}{l \cdot T^2} = \frac{K_1}{K_2} \quad (3.3)$$

(3.1), (3.2), (3.3) tenglamalar massa, tezlik va tezlanishning modellashtirish masshtablarini aniqlash uchun foydalaniladi.

Kuchning modellashtirish masshtabini quyidagicha aniqlaymiz:

$$F_H = M a_H; \quad F_M = m a_M; \quad (3.4)$$

Bu yerda: F_H, F_M - mos ravishda "natura" va "model" dagi kuchlar ifodasi; massa va

tezlanishining ifodalarini (3.4) ga quyib,

$$F_H = \frac{\rho_H \cdot W L}{T^2} = \frac{\rho_H \cdot W L^2}{T^2 L} = \frac{\rho_H \cdot W \mathfrak{G}_H^2}{L}$$

$$F_M = \frac{\rho_M \cdot W_M \cdot l}{\tau^2} = \frac{\rho_M \cdot W_M \cdot l}{\tau^2 l} = \frac{\rho_M \cdot W_M \cdot \mathfrak{G}_M^2}{l}$$

U xolda, kuchlar nisbatidan qoidagi ifodani olamiz:

$$\frac{F_H}{F_M} = \frac{\rho_H \cdot W_H \cdot V_H^2 \cdot l}{L \cdot \rho_M \cdot W_M \cdot \mathfrak{G}_M^2} = \frac{\rho_H \cdot L \cdot V^2}{\rho_M \cdot l^2 \cdot \mathfrak{G}^2}$$

Oxirgi ifoda Nyuton soni - Ne deyiladi:

$$Ne = \frac{F \cdot l}{M \cdot g^2}; \quad (3.5)$$

Modellashtirish masshtab koeffitsiyentlari:

$$\frac{F_H}{F_M} = K_3 \cdot K_1^2 \cdot \left(\frac{K_1}{K_2}\right)^2 = K_3 \cdot K_1^2 \cdot \frac{K_1^2}{K_2^4} = K_3 \cdot \left(\frac{K_1}{K_2}\right)^4$$

Dinamik o'xshashlikning asosiy qonuni (3.5) ifoda bilan belgilanadi. Bu ifodadan shunday xulosa qilish mumkin: dinamik o'xshash jarayonlarda kuchlar nisbati bir xil bo'lishi kerak:

$$Ne = idem.$$

Fizik jarayon va hodisalarni modellashtirishda gidrodinamik o'xshashlik sharti, bu "natura" va "modelda"gi barcha kuchlar nisbatlarining tengligidir. I.Nyutonning asosiy mezonidan tabiatning har xil fizik kuchlar uchun xususiy o'xshashlik kriteriyalarini olish mumkin. Quyida amaliyotda tez-tez uchrab turadigan masalalarda, asosiy ta'sir etuvchi kuchlar uchun o'xshashlik mezonlarini keltiramiz.

Frudning o'xshashlik mezoni

Agar modellashtirilayotgan jarayonga ta'sir etayotgan kuchlardan faqat og'irlik kuchining ta'siri inobatga olinsa, u xolda dinamik o'xshashlik shartlari soddalashadi.

U xolda kuchlar nisbati quyidagicha topiladi.

$$F_H = \rho_H \cdot g_1 \cdot W_H; \quad F_M = \rho_M \cdot g_2 \cdot W_M$$

bu yerda: g_1, g_2 - mos ravishda "natura" va "model" dagi erkin tushish tezlanishlari odatda $g_1 = g_2 = g$ deb olinadi.

Kuchlar nisbati:
$$\frac{F_H}{F_M} = \frac{\rho_H \cdot g_1 \cdot W_H}{\rho_M \cdot g_2 \cdot W_M} = \frac{\rho_H \cdot g_1 \cdot L^3}{\rho_M \cdot g_2 \cdot l^3}$$

Dinamik o'xshashlik sharti bajarilishi uchun: $\frac{F_H}{F_M} = cons't$ bo'lishi kerak, u xolda (3.5) dan foydalanib:

$$\frac{\rho_H \cdot g_1 \cdot L^3}{\rho_M \cdot g_2 \cdot l^3} = \frac{\rho_H \cdot L \cdot V_H^2}{\rho_M \cdot l^2 \cdot g_M^2}$$

bu yerdan:

$$\frac{\rho_H \cdot g_1 \cdot L}{\rho_M \cdot g_2 \cdot l} = \frac{\rho_H \cdot V_H^2}{\rho_M \cdot V_M^2}$$

yoki

$$\frac{g_1 L}{g_2 l} = \frac{V_H^2}{g_M^2}, \frac{V_H^2}{g L_1} = \frac{g_M^2}{g_2 l} = Const$$

(3.6)

Oxirgi ifodaga (3.6) Frud mezoni yoki soni deyiladi:

$$Fr = \frac{g^2}{g l}$$

Bu ifodaga yana gravitasion o'xshashlik qonuni xam deyiladi.

Demak, modellashtirilayotgan mexanik jarayonlarda faqat og'irlik ku-chi ta'sirini inobatga olsak, u xolda "natura" va "model" dagi Frud soni bir xil bo'lishi kerak.

"Model" dan "natura" ga o'tishda quyidagi mashtablarga ega bo'lamiz:

1) tezliklar uchun:

$$\frac{g_H^2}{g_M^2} = \frac{L}{l} = K_1 - \ddot{e}ku - g_H = g_M \sqrt{K_1}$$

2) oqim miqdori uchun (havo yoki suv uchun)

$$\frac{Q}{q} = \frac{\Omega \cdot g_H}{\varpi \cdot g_M} = K_1^2 \sqrt{K_1}$$

yoki

$$Q = K_1^2 \sqrt{K_1} q$$

bu yerda: Q q - mos ravishda "natura" va "model" dagi oqim sarfi;

3) vaqt uchun:

$$\frac{L}{T} = g_H; \quad \frac{l}{\tau} = v_M;$$

$$\frac{T}{\tau} = \frac{L \cdot g_M}{l \cdot g_H} = \frac{K_1}{\sqrt{K_1}} = \sqrt{K_1}$$

$$T = \tau \sqrt{K_1};$$

4) kuchlar uchun:

$$\frac{F_H}{F_M} = \frac{\rho_H \cdot L^3}{\rho_M \cdot l^3} = K_1 \cdot K_2^3$$

yoki

$$F_H = K_3 K_1^3 \cdot F_M$$

5) bosim uchun:

$$\frac{P_H}{P_M} = \frac{F_H \cdot \varpi}{F_H \cdot \Omega} = \frac{K_3 K_1^3}{K_1^3} = K_3 K_1$$

Reynoldsning o'xshashlik mezoni

Agar mexanik jarayonda ichki ishqalanish kuchining ta'siri (suv va havoda) yuqori bo'lsa, dinamik o'xshashlik shartlarida o'zgarishlar bo'ladi.

Ma'lumki, I.Nyuton gipotezasi asosida ichki ishqalanish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_u = \mu \cdot S \frac{du}{dn}$$

Bu yerda F_u - ichki ishqalanish kuchi;

S - qatlamlar yuzasi;

$\frac{du}{dn}$ - tezlik gradienti;

μ - dinamik yopishqoqlik koeffisienti.

U xolda yuqoridagilardan foydalanib, "natura" va "model" dagi kuchlarni quyidagicha ifodalaymiz:

$$Fu_n = \mu_n \cdot L^2 \cdot g_H \cdot L^{-1}$$

$$Fu_m = \mu_m \cdot l^2 \cdot g_M \cdot l^{-1}$$

Kuchlar nisbatidan:

$$\frac{Fu_n}{Fu_m} = \frac{\mu_n \cdot L \cdot g_H}{\mu_m \cdot l \cdot g_m}$$

Dinamik o'xshashlik shartidan, Nyuton mezonidan foydalanib

$$\frac{Fu_n}{Fu_m} = const = Ne$$

u xolda

$$\frac{\mu_H \cdot L \cdot \mathcal{G}_H}{\mu_M \cdot l \cdot \mathcal{G}_M} = \frac{\rho_H \cdot L^2 \cdot \mathcal{G}_H^2}{\rho_M \cdot l \cdot \mathcal{G}_M^2} \ddot{e}ku \frac{L \cdot \mathcal{G}_H}{\rho_H} = \frac{l \cdot \mathcal{G}_M}{\rho_M}$$

yoki

$$\frac{\mathcal{G}_H \cdot L}{\mathcal{G}_H} = \frac{\mathcal{G}_M \cdot l}{\mathcal{G}_M}$$

(3.7)

Oxirgi ifodaga (3.7) Reynolds mezoni yoki soni deyiladi:

$$Re = \frac{\mathcal{G} \cdot L}{\nu}$$

bu yerda: \mathcal{G} - oqim tezligi; L - oqimning chiziqli o'lchami; ν - kinematik yopishqoqlik koeffisienti.

Demak, ishqalanish kuchi ta'sirida bo'lgan ikkita fizik jarayon o'xshash bo'lishi uchun $Re_H = Re_M$; $Re = idem$ shartlari bajarilishi kerak.

L.Eylerning o'xshashlik mezoni

Eyler o'xshashlik mezoni jarayonga ta'sir etayotgan boshqa kuchlarga nisbatan bosim kuchi ustunlik qilgan holda aniqlanadi va (3.5) tenglamani nazarda tutgan holda

$$\frac{P_a}{\rho_a u_a^2} = \frac{\rho_M}{\rho_M u_M^2} = E\ddot{u}. \quad (3.8)$$

Bu yerda: $E\ddot{u}$ - L.Eyler mezoni, u model va natura uchun teng bo'lishi lozim:

$$E\ddot{u}_a = E\ddot{u}_M \ddot{e}ku E\ddot{u} = idem.$$

Agar Re mezoni sharti bajarilsa, u holda L.Eyler mezoni sharti o'z-o'zidan bajariladi, bunda

$$E\ddot{u} = \lambda \frac{l}{2d};$$

M.Veberning o'xshashlik mezoni

Bu mezon sathga tortilish kuchi $F = \sigma l$ ustunlik qilgan holda olinadi. Bu yerda: σ – sathga tortilish koeffisienti.

$$\frac{\rho_a u_a^2 P_a}{\sigma_a} = \frac{\rho_M u_M^2 l_M}{\sigma_M} = We, \quad (3.9)$$

bu yerda: We - M. Veber soni u "natura" va "modelda" bir-biriga teng bo'lishi kerak:

$$We_a = We_M \quad \text{yoki} \quad We = idem$$

Struxalning o'xshashlik mezoni

Bu mezonda oqimning beqaror harakatida inersiya kuchining ta'siri ustun bo'lsa, quyidagi shart bajarilishi kerak

$$\frac{u_a t_a}{l_a} = \frac{u_M t_M}{l_M} = St \quad (3.10)$$

bunda: St - Struxal mezoni, u "natura" va "modelda" bir xil bo'lishi kerak:

$$St_a = St_M \quad \text{ёки} \quad St = idem$$

bu yerda vaqt uchun quyidagi masshtab olinadi:

$$\frac{t_a}{t_m} = K \quad (3.11)$$

Maxning o'xshashlik mezoni

Bu mezonda oqimning siqilishi nazarda tutiladi:

$$\frac{u_a}{C_a} = \frac{u_M}{C_M} = Ma,$$

bu yerda; S - tovushning tarqalish tezligi;

Ma - Max mezoni, natura va model uchun bir xil:

$$Ma_a = Ma_M \quad \text{yoki} \quad Ma = idem, \quad (3.13)$$

Arximedning o'xshashlik mezoni

Bu mezonda ikki xil zichlikka ega bo'lgan jismlarning farqi natijasida ($\rho_1 - \rho_2$) paydo bo'ladigan Arximed kuchi tasiri inobatga olinadi:

$$\frac{g_a I_a}{u_a^2} = \left(\frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1} \right) = \frac{g_M I_M}{u_M^2} \left(\frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1} \right)_M = Ar, \quad (3.14)$$

bu yerda : Ar - Arximed mezoni u natura va modelda bir xil bo'lishi kerak:

$$Ar_a = Ar_M \quad \text{yoki} \quad Ar = idem \quad (3.15)$$

Koshining o'xshashlik mezoni

Bu mezon zarbaga qarshi kuch ta'siri ustunlik qilganda (masalan quvurdagi gidravlik zarba) qo'llaniladi

$$\frac{u_a^2 \rho_a}{E_a} = \frac{u_M^2 \rho_M}{E_M} = Co, \quad (3.16)$$

bu yerda: E - materialning zarbani qaytarish xususiyati;

Co - Koshi mezoni:

$$Co_a = Co_M, \quad \text{yoki} \quad Co = idem. \quad (3.17)$$

J.Lagranjning o'xshashlik mezoni

Bu mezon sekin harakatlanuvchi, qovushoqligi katta bo'lgan oqimlarning o'xshashligini o'rganuvchi mezon.

Bu mezon L.Eyler va O.Reynolds kriteriyalarining ko'paytmasiga teng:

$$La = E\ddot{u} Re = idem \quad (3.18)$$

Biz yuqorida fizik jarayonlarni modellashtirishda, amaliyotda tez uch-rab turadigan va qo'llanilayotgan dinamik o'xshashlik mezonlarini keltirdik. Bo'lardan tashqari yana bir nechta mezonlar masalan, L.Prandtl, A.Eynshteyn, Richardson, I.I.Levi, S.T.Altunin, K.ShLatipov mezonlari va boshqalar mavjud.

Bu mezonlardan xususiy holdagi masalalarni yechishda foydalanadilar. Dinamik o'xshashlik qonunlari asosida modellashtirishda masshtab koeffisientlari katta ahamiyatga ega. Quyidagi jadvalda (3.1-jadval) masshtab koeffisientlari ifodalari keltirilgan.

3.1-jadval

Modellashtirish mezonlari	Masshtab ko'effitsientlari, K							
	uzunlik	yuza	hajm	vaqt	tezlik	tezlanish	suv sarfi	kuch
Fr	K_1	K_1^2	K_1^3	$K_1^{0,5}$	$K_1^{0,5}$	K_1^2	K_1^2	K_1^2
Re	K_1	K_1^2	K_1^3	K_1^3	K_1^{-1}	K_1^{-3}	K_1	1.0
Ar	K_1	K_1^2	K_1^3	$K_1^{3,5}$	$K_1^{-2,5}$	K_1^{-6}	$K_1^{-0,5}$	K_1^{-3}
We	K_1	K_1^2	K_1^3	$K_1^{1,5}$	$K_1^{0,5}$	K_1^{-2}	$K_1^{1,5}$	K_1
Co	K_1	K_1^2	K_1^3	K_1	1.0	K_1^{-1}	K_1^2	K_1^2

Misollar

1. Gazli pechlarda yonish jarayoni va uning oqibatlarini o'rganish uchun, laboratoriya sharoitida suv bilan tajribalar o'tkaziladi.

Agar suvning xarorati $t=20^\circ C$ va tezligi $g_c=1,5$ sm/s bo'lsa, gaz oqimining tezligini aniqlang. Gazning kinematik yopishqoqlik ko'effisenti $\nu_f=0,9 \cdot 10^{-4} \text{sm}^2/\text{c}$, modellashtirishning chiziqli masshtabi $K_f=1$.

Yechish:

1. Asosiy aniqlovchi kuch ishqalanish kuchi bo'lganligi uchun modellashtirish Reynolds mezoni asosida bajariladi, u xolda

$$Re_H = Re_M;$$

$$Re_H = \frac{g_c \cdot d}{\nu};$$

$$Re_H = \frac{g_c \cdot d}{\nu_f};$$

2. Suvning xarorati asosida kinematik yopishqoqlik ko'effisientini aniqlaymiz:

harorat $t=20^{\circ}C$ bo'lsa, $\nu_c=0,015m^2/c$

3. o'xshashlik nazariyasi asosida

$$\frac{\vartheta_c \cdot d}{\nu_c} = \frac{\vartheta_r \cdot d}{\nu_r};$$

bu yerdan

$$\vartheta_r = \frac{\vartheta_{cys} \cdot \nu_r}{\nu_c} = 0.0135 cm/c$$

2. Trubadan chihayotgan chang miqdorini aniqlashda, modellashtirishda quyidagi

natijalarga erishildi. Modelda olingan natijalar: $Q_M=3l/s$; $d_M=100mm$; modellashtirishning chiziqli masshtabi $K_f=10$; "Natura" dagi chang miqdori " Q_n " ni aniqlang. Modellashtirish Frud mezonini asosida bajarilgan.

Yechish:

Frud mezonidan ma'lumki

$$Fr = idem;$$

u holda

$$Fr_M = Fr_H$$

$$\frac{\vartheta_M^2}{g \cdot l} = \frac{\vartheta_H^2}{gL} \cdot \frac{\vartheta_H^2}{\vartheta_M^2} = \frac{L}{l} = K_1$$

"Natura" dagi tezlik:

$$\vartheta_H^2 = \vartheta_M^2 K_1 = \vartheta_H = \vartheta_M \sqrt{K_1}$$

"Model" dagi chang oqimi tezligi

$$\vartheta_M = \frac{q_M}{\omega} = \frac{4 q_M}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,003 m^3 / c}{3,14 \cdot 0,1 m^2} =$$

"Natura" dagi tezlik

$$g_H = g_M \cdot \sqrt{K_1} =$$

"Natura" dagi oqim miqdori - Q_n

$Fr_H = Fr_M$ - shartidan

$$\frac{g_H^2}{g \cdot D_H} = \frac{g_M^2}{g \cdot d_M} = g_H^2 = g_M^2 \cdot \frac{D_H}{d_M}$$

$$g_H = g_M \cdot \sqrt{K_1}; Q_H = g_H \cdot \Omega_H; q_M = g_M \cdot \omega;$$

$$\frac{Q_H}{\Omega_H} = \frac{q_M}{\omega} \cdot \sqrt{K_1}$$

$$\frac{Q_H}{q_M} = \frac{\Omega}{\omega} \cdot \sqrt{K_1} = K_1 \sqrt{K_1};$$

"Natura" dagi oqim miqdori

$$Q_H = q_M \cdot K_1^2 \cdot \sqrt{K_1};$$

Nazorat savollari

1. Geometrik, kinematik, dinamik o'xshashlik shartlarini tushuntiring.
2. I.Nyutonning o'xshashlik qonuni.
3. O'xshashlik mezonlarini (Frud, Reynolds, Eyler va h.k.) tushuntiring.
4. "Modelda" olingan qiymatlar: $Q=7l/s$; $d=250 \text{ mm}$; Modellashtirishning chiziqli mashtabi: $K=10$. "Natura" dagi okim tezligini va miqdorini aniqlang. Modellashtirish Frud mezoni asosida bajarilgan.

4-§ O'XSHASHLIK NAZARIYASINING ASOSIY TEOREMALARI

Ikkita sistemada bir xil fizik jarayonlar aks ettirilsa, bu sistema-lar o'xshash deyiladi. U holda ulardan birini "model" ikkinchisini asl nusxa-natura deb ataymiz va bu sistemalar bir-biri bilan o'xshashlik koeffisientlari orqali funksional bog'langan.

Shunday qilib, o'xshash sistemalarning biridagi fizik jarayonlarni o'rganib, ikkinchi sistema haqida xulosalar qilish mumkin.

Ikkita sistema o'xshashligini xarakterlash uchun o'xshashlik nazariyasida quyidagi teoremlar kiritilgan:

1. O'xshashlikning yetarlilik sharti;
2. o'xshashlikning zaruriy sharti haqida teorema;
3. P - teorema.

1-teorema: Ikkita sistema o'xshash deyiladi, agar ularda ikkita ixtiyoriy o'xshashlik mezonlari mos ravishda teng bo'lsa (etarlilik sharti).

2-teorema: Ikkita sistema o'xshash bo'ladi, agar mos ravishda umumlashgan koordinatalar va sistemalar kattaliklari asosida tuzilgan o'xshashlik mezonlari teng bo'lsa (zaruriy shart).

Yuqoridagi teoremlar isbotiga to'xtalmasdan, P - teorema haqida mulohaza yuritamiz.

P - teorema

P - teorema modellashtirishda keng ko'llanadigan teoremlardan hisoblanadi. P- teorema yordamida o'tkaziladigan tajribalar asosida o'xshash sistemalar uchun umumlashgan funksional bog'lanishlar topish mumkin.

P - teorema: Jarayonni xarakterlovchi kattaliklar orasidagi funksional bog'lanish, shu kattaliklar asosida tuzilgan o'xshashlik mezonlari bilan funksional bog'langandir.

P - teorema asosida mexanik jarayonlarni tajriba asosida o'rganishda qulayliklar mavjud. Ya'ni jarayonni o'lchamsiz o'xshashlik mezonlari orqali ifodalab, tajriba sonini minimumga yetkazish mumkin. Buni bir necha misollarda ko'rib chiqamiz:

Masalan: P - teorema asosida ma'lum bir trubadan atmosferaga chihayotgan (ifloslantiruvchi) gazlar yoki inshootdan o'tayotgan oqova oqimining parametrlari orasidagi bog'lanishni topish mumkin.

Faraz qilamizki, sho'nday bir masala berilgan bo'lsin. Korxonaning trubasi orqali atmosferani ifloslantiruvchi chang zarrachalari chiqayapti. Chiqayotgan chang oqimining miqdorini ifodalovchi parametrlarni aniqlash lozim bo'lsin.

U xolda quyidagi ikkita masalani yechishga to'g'ri keladi.

1. Jarayonni modellashtirish uchun o'xshashlik mezonlarini aniqlash.
2. o'xshashlik mezonlari orasidagi bog'lanishni topish.

Boshlang'ich soddalashtirishda oqimni ideal deb qaraymiz, ya'ni zarrachalarning bir - biriga ta'sirini va ichki ishqalanish kuchi yo'q deb olamiz.

U xolda jarayonni xarakterlovchi kattalik:

Q - oqim sarfi, kg/s ;

D - truba diametri, m ;

d - chihayotgan zarrachalar diametri, m ;

ρ - zichlik, kg/m^3 orasidagi funksional bog'lanishni topamiz.

Teshikdan chihayotgan oqim sarfini - Q , boshqa parametrlar bilan funksional bog'langanligini quyidagicha yozamiz:

$$Q=f(D;d; \rho ;g) \quad (4.1)$$

Parametrlar orasidagi bog'lanishni ifodalash uchun o'lchov birliklar nazariyasidan foydalanamiz:

Bu yerda birinchi darajali o'lchov birliklar D , ρ ; g - asosida tuzilgan matrisa quyidagi ko'rinishga ega:

$$[M] \begin{bmatrix} kg \\ M^3 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} M \\ c^2 \end{bmatrix}$$

yoki o'lchov birliklar orqali:

$$D = [L]^1; \rho = [M]^1 [L]^{-3}, g = [L] \cdot [T]^{-2}$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 \end{bmatrix} \neq 0$$

$\Delta \neq 0$ ekanligidan, xulosa qilish mumkinki, tanlangan kattaliklar bir - biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklar.

U xolda (4.1) ifodani quydagicha belgilaymiz:

$$\frac{Q}{D^a \rho^\beta \cdot g^\lambda} = \varphi\left(\frac{d}{D}\right);$$

Ifodaning o'ng tomoni o'lchamsiz bo'lganligi uchun, chap tomoni birga teng:

$$\frac{[Q]}{[D]^a [\rho]^\beta \cdot [g]^\lambda} = 1$$

yoki buni o'lchov birliklar orqali ifodalasak:

$$\frac{[M][T^{-1}]}{[L]^a ([M][L]^3)([L][T])} = 1$$

bu yerdan:

$$[M]^{1-\beta} \cdot [L]^{3\beta-\lambda-\gamma} \cdot [T]^{2\gamma-1} = 1$$

Daraja koeffisientlarini aniqlaymiz:

$$1 - \beta = 0$$

$$3\beta - \lambda - \gamma = 0$$

$$2\gamma - 1 = 0$$

Sistemadan:

$$\beta = 1; \gamma = \frac{1}{2}; \lambda = \frac{5}{3}; \quad \frac{Q}{\rho D^{5/2} \cdot g^{1/2}} = \varphi\left(\frac{D^{-1}}{d^{-1}}\right);$$

o'xshashlik mezonlaridan:

$$\Pi_1 = \varphi(\Pi_2):$$

Bu yerda:

$$\Pi_1 = \frac{Q}{\rho D^{5/2} \cdot g^{1/2}}; \Pi_2 = \left(\frac{d}{D}\right)$$

Olingan natijalardan shunday xulosa qilish mumkinki, trubadan chihayotgan chang miqdorini quydagi ko'rinishdagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$Q = \rho D^{5/2} \sqrt{g} \cdot \varphi\left(\frac{d}{D}\right)$$

Kattaliklar orasidagi aniq bog'lanishlarni topish uchun bir necha tajriba o'tkazish kifoya.

O'lchovlar nazariyasi asosida yana bir misol ko'ramiz:

2-misol: Suyuqlikning biron - bir inshootdan o'tishini tekshiramiz. Bunday masalalar odatda suyuqlik sarfini o'lchaydigan qurilmalarni yasash-da yoki boshqa suv xo'jaligi qurilishi bilan bog'liq masalalarni yechishdan foydalaniladi.

Bu masalani yechish ekologik monitoring olib borishda lozim bo'ladi.

Faraz qilamizki, suyuqlik inshoot ustidan oqib o'tmoqda. U xolda inshootdan oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori suv sarfi - Q ; inshoot eniga - b ; suyuqlik satxiga - N hamda oqim tezligiga - g - ga bog'liq bo'ladi, ya'ni:

$$Q = f(b; g; H_0)$$

Bu yerda

$$H_0 = H + \frac{g_0^2}{2g};$$

O'lchovlar nazariyasi asosida:

$$Q = cb^x g^y \cdot H_0^z \quad (4.3)$$

bu yerda: S - o'lchovsiz koeffisient bo'lib, inshootning shakliga bog'liq.

o'lchovlar nazariyasi bo'yicha (4.3) tenglamaning xar ikkala tomoni bir xil o'lchov birligiga ega bo'lishi kerak.

Sarf bilan inshoot eni - b o'rtasidagi bog'liqlik, birinchi darajali ekanligidan foydalanib ($x=1$), (3.3) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$[L^3 T^{-1}] = [L] \cdot [L T^{-2}]^y \cdot [L]^z$$

U holda daraja ko'rsatgichlarini tenglashtirib:

$$\left. \begin{aligned} 3 &= 1 + y + z \\ -1 &= -2y \end{aligned} \right\}$$

Tenglamalar sistemasini yechib, quyidagilarga ega bo'lamiz

$$y = 0.5; z = 1.5;$$

U xolda

$$Q = c \sqrt{g} H_0^{1.5}; \quad (4.4)$$

C - koeffisientini quyidagicha belgilaymiz:

$$C = m \sqrt{2}$$

bu yerda m - suv o'tkazgichning sarf koeffisienti.

U xolda (3.4) formulani quyidagicha yozamiz:

$$Q = mb\sqrt{2g \cdot H_0^3} \quad (4.5)$$

Oxirgi formulaga suv o'tkazgichlar, tarnovlardan o'tayotgan suyuqlik sarfini aniqlash formulasi deyiladi. Bu formula tajribalar asosida tasdiqlangan.

Nazorat savollari

1. o'xshashlik nazariyasining asosiy teoremlarini tushuntiring.
2. P - teorema va uning amaliyotga tatbig'i.
3. P - teorema asosida quyidagi kattaliklar orasidagi bog'lanishni toping:

5-§ HAR XIL MUHITLARDA JISMLARNING HARAKATI

5.1. Har xil muhitlarda jismlarga ta'sir etuvchi kuchlar

Atrof - muhitga ta'sir etuvchi har qanday ifloslantiruvchi moddalar - chang zarralari, suyuqlik zarralari (aerozol), turli xil holatdagi gazlar ko'rinishida har xil muhitlarda harakatda bo'ladi.

Bu (suv, havo, tuproq) moddalarning miqdorini, atrof - muhitda taqsimlanishini aniqlash uchun ularni har xil muhitlar bilan ta'sirini baholash talab etiladi.

Ma'lum bir tezlik bilan, aniq o'lchamlarga ega bo'lgan jism harakatini tekshiramiz. Biron bir muhitda harakatlanayotgan jismga ta'sir etayotgan qarshilik kuchini aniqlaymiz.

Kuchning miqdori quyidagi kattaliklarga bog'liq:

$$F = f(l, \vartheta, g, v, \rho), \quad (5.1)$$

Bu yerda ϑ - jism tezligi; m/s; ρ - muhit zichligi, kg/ m³ ;
 v - kinematik yopishkoqlik koeffitsiyenti, m²/s; l - jismning geometrik o'lchami, m;
 g - erkin tushish tezlanishi, m/s²:

Kuchni analitik ifodalash ancha murakkab, tajriba asosida aniqlash ko'p mehnat talab qiladi. Shuning uchun modellashtirish mezonlaridan foydalanamiz.

Asosiy kattaliklar sifatida l, ϑ, ρ - ni qabul qilamiz.

O'lchov birliklar tahlilidan:

$$L: [L]; \mathcal{G}: [L]/[T]^l; \rho: [M]/[L]^3;$$

U holda

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1, & 0, & 0 \\ 1, & -1, & 0 \\ -3, & 0, & 1 \end{vmatrix} \neq 0$$

Demak, bu kattaliklar bir - biriga bog'liq emas, ya'ni ular kuchni ifodalashda asosiy parametr hisoblanadi.

U xolda (5.1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{F}{g^{x_1} \lambda^{y_1} \rho^{z_1}} = \Phi \left(\frac{v}{g^{x_1} \lambda^{y_1} \rho^{z_1}} \right) \quad (5.2)$$

$$\frac{F}{g^{x_1} L^{y_1} \rho^{z_1}} = 1$$

$$[M][L][T]^2 \cdot [LT^{-1}]^{x_1} * [L]^{y_1} * [ML^{-3}]^{z_1} = 1$$

$$[M]^{1-z_1} \cdot [L]^{1-x_1-y_1+3z_1} [T]^{-2+x_1} = 1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 - z_1 = 0 \Rightarrow z_1 = +1 \\ 1 - x_1 - y_1 + 3z_1 = 0 \Rightarrow y_1 = 2 \\ -2 + x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 2 \end{array} \right.$$

Xuddi shunday

$$x_2=1; y_2=1; z_2=0$$

$x_3=2; y_3=-1; z_3=0$ - larni aniqlaymiz.

U holda o'xshashlik mezonlari asosida (5.2) ifodani quyidagicha ye zamiz

$$P_1 = \frac{F}{\rho g L^2}; \quad P_2 = \frac{v}{g L}; \quad P_3 = \frac{g}{L g}; \quad (5.3)$$

bu yerda:

$$P_1 = F(P_2; P_3)$$

bunda: P_2 - Reynolds mezoni; P_3 - Frud mezoni.

Olingan ifodadan shunday xulosa qilish mumkinki, muhitdagi jismga ta'sir kuchini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$F = \rho g \cdot L^2 F(P_2; P_3) \quad (5.4)$$

Bu jarayonni modellashtirib, kuchni o'xshash sharoitida aniqlash uchun, quyidagi

shartlarni bajarish kifoya:

$$(P_1)m = (P_2)n; \quad (P_2)m = (P_2)n; \quad (P_3)m = (P_3)n;$$

Umumiy ko'rinishda qarshilik kuchini quyidagicha yozish mumkin:

$$F = C_o \cdot \rho \cdot S \cdot \frac{g^2}{2}; \quad (5.5)$$

Bu yerda: S - zarrachaning yuzasi; C_o - qarshilik koeffisienti.

(5.5) formula tahlilidan ma'lumki muhitdagi jismga ta'sir etayotgan qarshilik kuchi Reynolds soniga - oqim harakat rejimiga bog'liq ekan.

Oqimning harakat rejimlariga bog'liq ravishda kuch quyidagicha aniqlanadi:

Laminar harakat rejimida, sferik zarrachalar uchun qarshilik kuchi Stoks formulasi asosida aniqlanadi:

$$F = 6\pi r v \mathcal{G}; \quad (5.6)$$

bu yerda; r - sferik zarracha radiusi;

v - yopishqoklik koeffitsienti.

5.2. Qattiq zarrachalarning muhitlarda harakat tezligi

Qattiq zarrachalarning muhitlardagi harakat tezligini aniqlash katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ma'lumki, ifloslantiruvchi moddalar havo yoki suyuqlikda chang zarrachalari, har xil mineral birikmalar, cho'kindilar ko'rinishida harakat qiladilar.

Bu yo'nalishdagi boshlang'ich ilmiy izlanishlar D.Stoksga tegishli. Stoks (1850) qattiq zarrachalarning tinch suvdagi cho'kish tezligini tajribalar asosida aniqladi.

Suyuqlikdagi zarrachalarning cho'kish tezligi gidravlik yiriklik deb ataladi.

Sharsimon zarrachalar uchun Stoks qarshilik kuchini (5.6) cho'kish tezligi orqali quyidagicha ifodaladi:

$$R_c = 3\pi\mu\omega_z d, \quad (5.7)$$

bu yerda: μ - suyuqlikning dinamik yopishqoqligi;

d - sharsimon zarracha diametri;

ω_z - zarrachalarning tushish tezligi.

Zarrachalarning suvdagi tekis cho'kishi uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$F_r - R_c = 0 \quad (5.8)$$

bu yerda: $F_T = \pi d^2 (\rho_T - \rho) / 6$ - zarrachaning suvdagi og'irlik kuchi.
 (5.7) va (5.8) tenglamadan, gidravlik yiriklik quyidagicha aniqlanadi:

$$w = \frac{K_1 g d^2 (\rho_T - \rho)}{4 \nu \rho} \quad (5.9)$$

Bu tenglama (5.9) zarrachalarning laminar harakat rejimi uchun to'g'ri keladi.
 Zarrachalar turbulent harakat rejimida bo'lsa, ularning cho'kish tezligi kinetik energiyaning uzgarishi xaqidagi teorema asosida aniqlanadi.

Vertikal tekislikdagi zarrachaning kinetik energiyasining o'zgarishini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\frac{m dw^2}{2} = (F_T - R_c) dy$$

bu yerda: $m = \rho_T V_T$ - zarrachaning massasi.

Tenglamaning yechimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$w = \sqrt{\frac{2 g d (\rho_T - \rho)}{\rho_0 C_0}} ;$$

bu yerda: C_0 - zarrachaning qarshilik koeffisienti:

$C_0 = \frac{24}{Re_d}$ - Stoks formulasi, laminar xarakat rejimi uchun.

$C_0 = \frac{24}{Re_d} \left[1 + \beta r - \frac{4}{\beta^2 r^2} - \frac{4}{\beta r} \right]$ - Latipov-Arifjanov formulasi, turbulent xarakat rejimi uchun.

Bu yerda: $\beta r = (2,45 + 0,018 Re_d)$; Re_d - Reynolds soni.

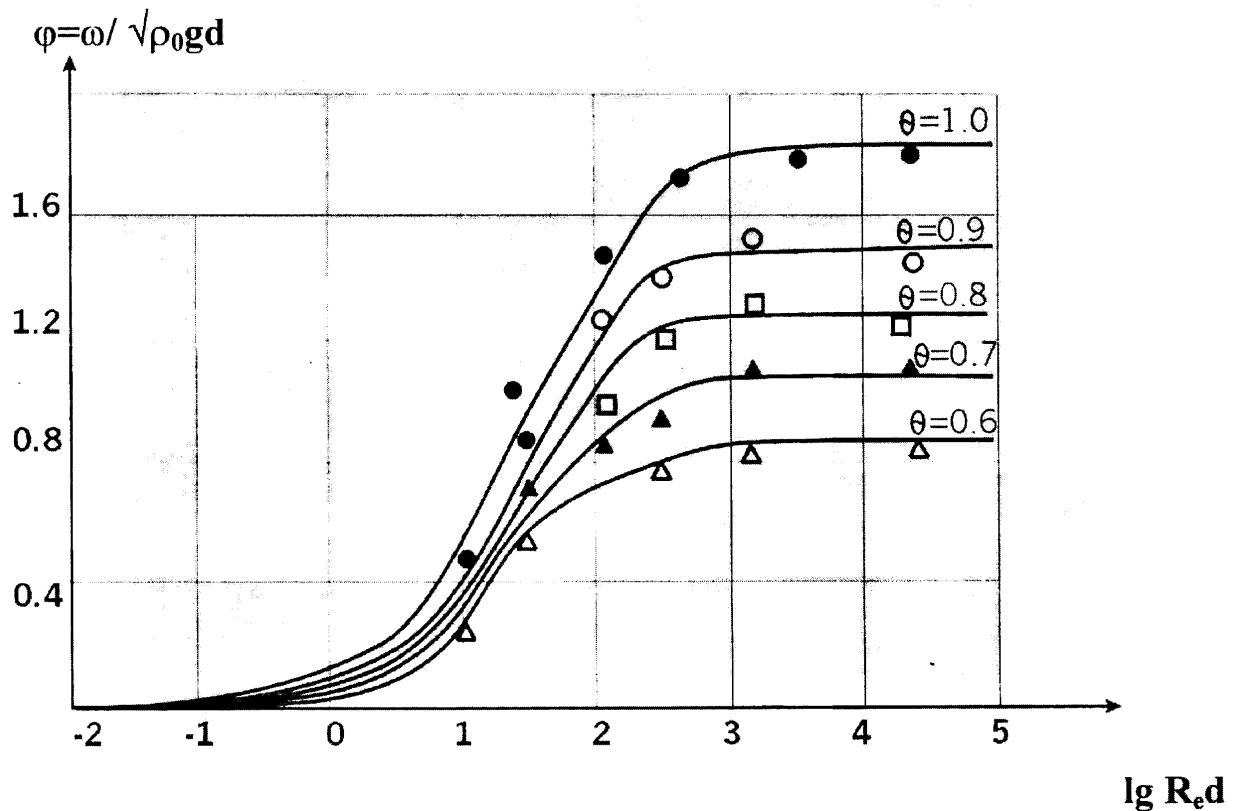
U holda gidravlik yiriklik quyidagicha aniqlanadi:

$$w = \frac{K_1 g d^2 (\rho_T - \rho)}{4 \nu \rho}$$

$$\chi_1 = \frac{0,22}{\square}$$

bu yerda: K_1 - zarrachaning harakat rejimi va shakliga bog'lik koeffitsient.

3-rasmda nisbiy gidravlik yiriklikning Reynolds soniga va zarracha shakliga bog'liqlik grafigi keltirilgan.



3-расм. Nisbiy gidravlik yiriklikning harakat rejimiga va zarracha shakliga bog'liqligi

Masalalar

1. Radiusi $r = 2,0 \text{ sm}$ bo'lgan cho'yan sharikning havoda, suvda, moyda tushish tezligini aniqlang.

2. Yopishqoqligi $\mu = 0,20 \text{ Pz}$ va $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ zichligi bo'lgan moydan radiusi $r = 1 \text{ mm}$ ga teng bulgan havo pufakchalari qanday tezlikda otilib chiqadi?

3. Ishlab chikarishda korxonalarining changini tozalash uchun "Sentrofu-ga" lardan foydalanadilar. "Sentrofuga" rotorining aylanish chastotasi $n = 30 \text{ ay/min}$. Aylanish o'qidan $8,0 \text{ sm}$ masofada joylashgan zarracha 30 minutda tushadi. Shu zarracha og'irlik kuchi ta'sirida vertikal naychada qancha vaqtda tushadi?

4. Kichik sferik zarrachaning (ρ_1) suyuqlik yoki gazda (ρ_2) tekis tushish tezligi quyidagi formula bilan hisoblashini isbotlang.

$$g_r = \frac{2(\rho_0 - \rho_r) \cdot \tau^2 g}{q \mu}$$

5. Radiusi $r = 0,02 \text{ sm}$ bulgan suyuqlik tomchisining havoda tushish tezligini aniqlang.

$$(\mu_{\text{xavo}} = 0,018 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{c}; \mu = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{c}; t = 20^0 \text{ C}; \mu_0 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{c})$$

Nazorat savollari

1. Har xil muhitlarda harakatlanayotgan jismga ta'sir etayotgan kuchni aniqlash.
2. Zarrachalarning havoda, suvda cho'kish tezligini aniqlash formulalari. Stoks tenglamasi.
3. Zarrachalar harakatiga oqim rejimining ta'siri.

6-§. EKOTIZIMDAGI JARAYONLARNI MATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI

6.1 Harakat tenglamalari. Energiyaning saqlanish qonuni

Atrof muhitda sodir bo'layotgan jarayonlar mexanikaning asosiy qonunlari asosida ifodalanadi. Atrof muhitni ifloslantiruvchi moddalar suyuqlik yoki gaz

oqimi ko'rinishida harakatlanadi. Shu sababdan ularni parametrlarini aniqlash uchun mexanikada ko'p qo'llanadigan harakat tenglamalaridan foydalanadilar.

Harakat tenglamasini keltirib chiqarish uchun nazariy mexanika fanidan ma'lum bo'lgan Dalamber prinsipidan foydalanamiz.

Muvozanatdagi suyuqlikning differensial tenglamasiga inersiya kuch-larini qo'shib quyidagi ifodaga kelimiz.

$$\left. \begin{aligned} \frac{du_x}{dt} &= X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{du_y}{dt} &= Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{du_z}{dt} &= Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (6.1)$$

Bu tenglamalar tizimiga ideal oqimlar harakatining differensial tenglamasi deyiladi. U birinchi marta Eyler (1775 y) tomonidan taklif qilingan.

Tenglamada:

$$\begin{aligned} \frac{du_x}{dt}, \frac{du_y}{dt}, \frac{du_z}{dt} &- \text{тезлик градиенти,} \\ \frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial p}{\partial y}, \frac{\partial p}{\partial z} &- \text{босим градиенти.} \end{aligned}$$

X, Y, Z -massa kuchlarining koordinata o'qlariga proeksiyasi.

Amaliy masalalarni yechishda tenglamani og'irlik kuchini inobatga olgan holda integrallaymiz.

Buning uchun (6.1) tenglamaning ikki tomonini mos ravishda dx, dy, dz -ga kupaytirib qo'shamiz:

$$\frac{du_x}{dt} dx + \frac{du_y}{dt} dy + \frac{du_z}{dt} dz = Xdx + Ydy + Zdz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right); \quad (6.2)$$

Ma'lumki,

$$u_x = \frac{dx}{dt}; u_y = \frac{dy}{dt}; u_z = \frac{dz}{dt}$$

u xolda, hosil bulgan ifodaning (6.2) birinchi xadini quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\frac{du_x}{dt} dx + \frac{du_y}{dt} dy + \frac{du_z}{dt} dz = u_x du_x + u_y du_y + u_z du_z = \frac{1}{2} d(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2)$$

$$u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 = u^2$$

bo'lganligi uchun (6.2) tenglamaning birinchi xadini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{1}{2} d(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2) = \frac{1}{2} d(u^2) \quad (6.3)$$

Agar massa kuchlaridan fakat og'irlik kuchi ta'sirini inobatga olsak, (6.2) tenglamaning ikkinchi xadi quyidagi ko'rinishda keladi:

$$X = 0; Y = 0; Z = -g$$

$$Xdx + Ydy + Zdz = -gdz \quad (6.4)$$

(6.2) tenglamaning uchinchi xadi, matematik analiz kursidan ma'lumki, bosimning tuli differensialini ifodalaydi, ya'ni

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = dp \quad (6.5)$$

(6.3), (6.4), (6.5) ifodalarni (6.2)-ga quyib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{1}{2} d(u^2) + \frac{1}{\rho} dp + gdz = 0$$

hosil bo'lgan ifodani integrallab, quyidagini olamiz:

$$z + \frac{P}{\gamma} + \frac{u^2}{g} = \text{Const} \quad (6.6)$$

ya'ni energiyaning saqlanish qonuni.

Bu yerda: Z - oqim solishtirma holat energiyasi (potensial) energiyasi deyiladi.

$\frac{P}{\gamma}$ – solishtirma bosim (potensial) energiyasi; $\frac{u^2}{g}$ – oqim solishtirma kinetik energiyasi.

Bu tenglama yordamida chegaralangan muhitlarda (daryo, kanal, quvurlar tizimi va

h.k) harakatlanayotgan oqim parametrlari aniqlanadi.

6.2. Oqim harakatini modellashtirish. Nave-Stoks tenglamasi.

Real suyuqliklarda gidrodinamik bosim mavjud bo'lib, harakat yo'q bo'lgan holda u gidrostatik bosimga aylanadi. Gidrodinamik bosimning xossalari gidrostatik bosim xossalariga qaraganda umumiyroqdir.

Suyuqlik ichida joylashgan biror elementar hajmni kuzatsak, unga tashqaridagi suyuqlik massasi ma'lum bir kuch bilan ta'sir qiladi. Anna shu kuch zo'riqish kuchi deyiladi. Bu kuchni to'laroq ko'z oldimizga keltirish uchun tomonlari dx, dy, dz ga teng to'lgan tetraedr ko'rinishidagi elementar hajm ajratib olamiz (7-rasm). U holda tetraedrning qiya sirtiga tashqaridagi suyuqlik kuch bilan ta'sir qiladi. Olingan elementar hajm harakat vaqtida o'z holatini saqlashi uchun unga teng ta'sir etuvchisi kuchiga teng va qarama-qarshi yo'nalgan quyidagi uchta kuch ta'sir qiladi: tetraedrning yOz tekislikda yotgan yuzasi bo'yicha kuchi, xOz tekisligida yotgan yuzasi bo'yicha kuchi; xOy tekisligida yotgan yuzasi bo'yicha kuchi. Bu kuchlarning har biri x, y va z o'klari bo'yicha proeksiyaga ega:

$$\begin{aligned} \bar{P}_x & \{p_{xx}, p_{xy}, p_{yx}\} \\ \bar{P}_y & \{p_{yx}, p_{yy}, p_{yx}\} \\ \bar{P}_z & \{p_{zx}, p_{zy}, p_{zz}\} \end{aligned}$$

Shunday qilib, P kuchni to'qqizta kuch bilan almashtirish mumkin bo'ladi. Bunday xususiyatga ega bo'lgan kattaliklar tenzor deb ataladi va quyidagicha yoziladi:

$$\bar{P}_n \left\{ \begin{array}{l} p_{xx}, p_{xy}, p_{yx} \\ p_{yx}, p_{yy}, p_{yx} \\ p_{zx}, p_{zy}, p_{zz} \end{array} \right\} \quad (6.7)$$

Bu kuchlardan uchtasi tetraedr yon sirtlariga normal bo'yicha yo'nalgan bo'lib, ular zo'riqish tenzorining normal tashkil etuvchilari deyiladi. Tenzorning qolgan oltita tashkil etuvchisi sirlarga urinma bo'yicha yo'nalgan bo'lib, zo'riqish tenzorining urinma tashkil etuvchilari deyiladi. Urinma tashkil etuvchilar quyidagi xossalarga ega bo'ladi:

$$p_{xy} = p_{yx}; p_{xz} = p_{zx}; p_{yz} = p_{zy}.$$

Shuning uchun, r tenzori simmetrik tenzor deb ataladi. Bu xossaning isboti maxsus kurslarda keltirilgan bo'lib, biz u to'grisida to'xtalib o'tirmaymiz. Shuningdek, tenzorning komponentlarini tushuntirishlarsiz, tezlik va qovushoqlik koeffitsienti orqali ifodasini keltiramiz:

$$p_{xx} = -p + 2\mu \frac{\partial u_x}{\partial x},$$

$$p_{yy} = -p + 2\mu \frac{\partial u_y}{\partial y},$$

$$p_{zz} = -p + 2\mu \frac{\partial u_z}{\partial z},$$

$$p_{xy} = p_{yx} = \mu \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \right),$$

$$p_{xz} = p_{zx} = \mu \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right), \quad (6.8)$$

$$p_{yz} = p_{zy} = \mu \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial z} \right),$$

bu yerda r - gidrodinamik bosim.

Bu yerda biz P_n tenzori komponentlarini siqilmaydigan suyuqliklar uchun yozdik. Bu ifodalarni ilgari aytib o'tilgan Nyuton gipotezasiga qiyoslab, umumlashgan Nyuton gipotezasi deb ataladi. Bu holda avvalgi paragrafdagi kabi harakat tenglamasini tuzish mumkin bo'ladi. Tomonlari dx , dy , dz ga teng bo'lgan parallelepiped ko'rinishda elementar hajm olsak (7-rasmga q.) u holda Ox , Oy , Oz yo'nalishida og'irlik va inersiya kuchlarini hisobga olmaganimizda, uchta kuch ta'sir qiladi:

Ox bo'yicha p_{xx} , p_{yx} , p_{zx}

Oy bo'yicha p_{xy} , p_{yy} , p_{zy}

Oz bo'yicha p_{xz} , p_{yz} , p_{zz}

Demak, parallelepipedning (4-rasm) Ox o'qiga tik bo'lgan yon o'qlari bo'yicha ta'sir qiluvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi quyidagiga teng:

$$\frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zx}}{\partial z},$$

Oy o'qiga tik bo'lgan yon o'qlari bo'yicha

$$\frac{\partial p_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zy}}{\partial z},$$

Oz o'qiga tik bo'lgan yon o'qlari bo'yicha

$$\frac{\partial p_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zz}}{\partial z}.$$

Endi, oldingi paragrafdagi kabi Dalamber prinsipidan foydalanib harakat tenglamasini tuzamiz. U quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned}\frac{du_x}{dt} &= X + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zx}}{\partial z} \right), \\ \frac{du_y}{dt} &= Y + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zy}}{\partial z} \right), \\ \frac{du_z}{dt} &= Z + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial p_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial p_{zz}}{\partial z} \right).\end{aligned}$$

Olingan tenglamaga munosabatlarni kiritsak, real suyuqliklarning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_x}{\partial z} &= X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} \right) \\ \frac{\partial u_y}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_y}{\partial z} &= Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial z^2} \right) \\ \frac{\partial u_z}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_z}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_z}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} &= Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right)\end{aligned} \quad (6.10)$$

Bu hosil bo'lgan tenglamalar sistemasi siqilmaydigan suyuqliklar uchun Nave-Stoks tenglamasi deyiladi. (6.10) sistema uchta tenglamadan iborat bo'lib, noma'lumlar soni to'rtta: u_x, u_y, u_z, p . Shuning uchun real suyuqliklar harakatini tekshirishda bu sistemaga uzluksizlik tenglamasi qo'shib yechiladi.

Nazorat savollari

1. Suv va havo harakatini ifodalash uchun tenglamalar. Eyler tenglamalari.
2. Oqim energiyasini saqlanish qonuni.
3. Eyler tenglamalarini integrallash.
4. Nave-Stoks tenglamasi.

7-§. Massaning saqlanish qonuni. Uzluksizlik tenglamasi

7.1. Massaning saqlanish qonuni

Suyuqlik yoki gazlar harakatini o'rganishda uzluksizlik tenglamasi alohida ahamiyatga ega. Uzluksizlik tenglamasi massaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Bu qonun bo'yicha harakatdagi sistema massasi - m : vaqt - t davomida o'zgarmasdir:

$$\frac{dm}{dt} = 0 \quad (7.1)$$

Ma'lumki,

$$m = \rho V;$$

bu yerda: V - elementlar hajm;

U holda:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d(\rho V)}{dt} = \rho \frac{dV}{dt} + V \frac{d\rho}{dt} = 0 \quad (7.2)$$

Matematik o'zgartirishlardan so'ng quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dt} + \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = 0 \quad (7.3)$$

U holda $\frac{1}{V} \frac{dV}{dt}$ - da $V \rightarrow 0$ intilganda

$$\lim_{V \rightarrow 0} \left(\frac{dV}{pdt} \right) = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} \quad (7.4)$$

Bu ifodaga ***hajmiy deformatsiya tezligi*** deyiladi.

Bu yerda $u; v; \omega$ - suyuqlik zarrachalari tezligini koordinata o'qlariga proyeksiyasi.

U xolda (7.3) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} = 0 \quad (7.5)$$

Zichlikning koordinata va vaqtga bog'liqligini e'tiborga olib, $\frac{d\rho}{dt}$ - ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d\rho}{dt} = + \frac{\partial\rho}{\partial x} + u \frac{\partial\rho}{\partial x} + v \frac{\partial\rho}{\partial y} + \omega \frac{\partial\rho}{\partial z} = 0 \quad (7.6)$$

(7.5) tenglamaga uzliksizlik tenglamasi deyiladi.

Suyuqlik yoki gazni (7.5) va (7.6) ni umumlashtirib quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \omega)}{\partial z} \quad (7.7)$$

$\rho = const$ deb qabul qilsak, $\frac{d\rho}{dt} = 0$ bo'ladi. U holda (7.5) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} = 0$$

yoki

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} = div v \quad (7.8)$$

(7.8) ifoda ma'nosini quyidagicha ta'riflash mumkin: siqilmaydigan suyuqlik yoki gazning harakati davomida xajmiy deformatsiya tezligi nolga teng. Agar oqimni bir o'lchamli deb qabul qilsak ($v = \omega = 0$), (7.8) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d}{dx}(\rho u) = 0$$

yoki

$$\frac{d(\rho u)}{dx} = 0$$

Elementar struyka uchun sarf tushunchasini kiritamiz, ya'ni oqim miqdorining vaqt davomida o'zgarish:

$$\frac{\partial(\rho Q)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} = 0$$

$\rho = const$ bo'lsa:

$$\frac{\partial Q}{\partial l} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0$$

Barqaror harakat uchun $\frac{\partial \omega}{\partial t} = 0$; ω - oqimning harakat kesimi, oqim ko'ndalang kesimi yuzasi.

$$\frac{\partial Q}{\partial l} = 0$$

bu yerdan $Q = \text{const}$ yoki $Q = \omega \cdot \mathcal{G}$ ekanligidan foydalanib, quyidagini yozamiz:

$$\omega_1 \cdot \mathcal{G}_1 = \omega_2 \cdot \mathcal{G}_2$$

Bu ifodaga **oqim uchun uzluksizlik tenglamasi** deyiladi.

Misollar

1. Hajmi 300 m^3 bo'lgan xonadagi havo xar 15 minutda almashib turishi uchun quvurning radiusi qanday bo'lishi kerak, agar (vozduxovod) havo quvuridagi oqim tezligi bo'lsa.

Yechim:

Uzluksizlik tenglamasidan foydalanamiz:

$$\frac{\mathcal{G}_1}{t} \cdot \omega_1 = \mathcal{G}_2 \cdot \omega_2 \Rightarrow \omega_2 = \frac{\mathcal{G}_1 \omega_1}{t \cdot \mathcal{G}_2} = \frac{\mathcal{G}}{t \cdot \mathcal{G}_2} = \frac{300 \text{ m}^3}{3,0 \text{ m} / \text{c} \cdot 400 \text{ c}} = 0,25 \text{ m}$$

$$\omega_2 = 0,785 d^2 \Rightarrow d^2 = \frac{\omega_2}{0,785} = 0,32 \text{ m}$$

2. Qon tomirining (aorta) radiusi $r = 1,0 \text{ sm}$, qonning o'rtacha tezligi $\mathcal{G} = 30 \text{ sm/s}$. Kapilyardagi qon oqimining tezligini aniqlang, agar ularning o'rtacha yuzasi $\omega_k = 2000 \text{ sm}^2$ bo'lsa ($d_k = 8 \cdot 10^{-4} \text{ sm}$, soni milliardga yaqin).

Yechim:

Uzluksizlik tenglamasidan:

$$\mathcal{G}_2 = \frac{\mathcal{G}_1 \omega_1}{\omega_2} = \frac{30 \cdot \pi r^2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,047 \text{ cm/c}$$

Nazorat savollari

1. Ekotizimdagi jarayonlarni modellashtirishda massaning saqlanish qonuni.
2. Uzlaksizlik tenglamasini tushuntiring.
3. Uzlaksizlik tenglamasidan masalalar yechishdan foydalanish.

8-§ Harakat rejimlari. Oqim tezligining taqsimoti

8.1. Oqimlarning harakat rejimlari

Harakatdagi suyuqlik yoki gaz oqimini o'rganishda xar xil qarashlar mavjud.

Mavjud usullardan biri oqimni mayda zarrachalardan yoki juda kichik xajmlardan iborat deb qarashdir. U holda oqim zarrachalari harakati Nyuton qonunlari asosida ifodalanadi. Suyuqlik yoki gazlar harakat rejimlarini odatda ikki xilga, laminar va turbulent harakat rejimlariga ajratadilar.

Suyuqlik harakat rejimlari xaqida Xagen, D. Mendeleevning ilmiy ishlari mavjud. Faqat bu xodisa mohiyatini O.Reynolds (1885) maxsus tajribalar o'tkazib aniq ko'rsatib berdi.

Suvning tezligi qandaydir kritik tezlikdan kichik bo'lsa, shisha quvurga quyilgan rangli suyuqlik to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qiladi. Bunday rejimda suyuqlik qatlamlari qavat - qavat bo'lib harakat qiladi. Bunday harakat rejimiga laminar harakat rejimi deyiladi. Laminar iborasining lug'aviy ma'nosi "qatlam" so'zini ifodalaydi (laminar qatlam).

Suvning tezligi qandaydir kritik tezlikdan katta bo'lsa, shisha quvurga naycha orqali quyilgan rangli suyuqlik zarrachalari betartib harakat qila boshlaydi. Bu holda to'g'ri chizikli harakat buzilib, qatlamlararo zarrachalar almashinuvi boshlanadi. Bunday harakat rejimiga - turbulent harakat rejimi deyiladi. Turbulent iborasining lug'aviy ma'nosi "betartib" so'zini ifodalaydi (turbulentus- betartib).

Reynolds tajribalari natijasida suyuqlikning harakat rejimini o'lchovsiz son - Reynolds mezoni orqali ifodalash mumkinligini ko'rsatadi.

Reynolds mezoni (5-ma'ruzaga qarang) silindrik quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$Re = \frac{\varrho d}{\nu}$$

Yoki nosilindrik quvurlar uchun:

$$Re = \frac{\varrho \cdot 4R}{\nu}$$

Bu yerda: ϱ - o'rtacha tezlik; d - quvur diametri; R - gidravlik radius; ν - yopishqoqlikning kinematik koeffisienti.

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

Bu yerda: ω - oqim ko'ndalang kesim yuzasi;

χ - oqim perimetri.

Reynolds mezonini inersiya kuchining ishqalanish kuchiga nisbatini ifodalaydi.

Reynolds mezonining kichik qiymatlari laminar harakat rejimini ifodalab, uning oshib borishi natijasida u turbulent harakatga aylanadi.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds mezonining ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi. Masalan, po'lat quvurlar uchun kritik Reynolds mezonini $Re_{kr} = 2320$ ga teng, deb olingan.

Demak, oqimning harakat rejimini aniqlamoqchi bo'lsak, Reynolds mezonini kritik Reynolds mezonini bilan qiyoslaymiz:

Agar $Re < Re_{kr} = 2320$ quvurdagi harakat rejimi laminar.

Agar $Re > Re_{kr} = 2320$ quvurdagi harakat rejimi turbulent.

8.2 Laminar harakat rejimida tezlik taqsimoti

Suyuqlikning tekis harakatini ko'ramiz. Suyuqlik harakati laminar bo'lganligi uchun oqim torlari bir-biriga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqlardan iborat bo'ladi.

Laminar harakat rejimida suyuqlikdagi urinma zo'riqishni Nyuton gepotezasi asosida aniqlasa bo'ladi:

$$\tau = \mu \frac{du}{dr} \quad (8.1)$$

bu yerda: r - quvur radiusi,

$\frac{du}{dr}$ - tezlik gradienti.

Adabiyotlarda urinma zo'riqish uchun quyidagi munosabat keltirilgan:

$$\tau = \rho g \frac{r}{2} J \quad (8.2)$$

bu yerda: J - gidravlik nishablik;

(8.1) ni (8.2) ga tenglashtirib quyidagi ifodani olamiz:

$$\rho g \frac{r}{2} J = -\mu \frac{du}{dr}$$
$$du = -\frac{\rho g}{2\mu} r dr = -\frac{gJ}{2\nu} r dr$$

Oxirgi ifodani integrallab:

$$\int du = -\frac{gJ}{2\nu} \int r dr$$

yoki

$$u = -\frac{gJ}{4\nu} r^2 + C$$

C - integrallash doimiysi, chegaraviy shartga ko'ra, bo'lganda $i = 0$.

$$u = -\frac{gJ}{4\nu} (r_0^2 - r^2) \quad (8.3)$$

Demak, laminar harakat rejimida tezlik parabola qonuniga bo'ysunadi. U holda tezlik epyurasi paraboladir.

Oxirgi tenglamadan ko'rinadiki, tezlikning eng katta - maksimum qiymati quvur o'qida, ya'ni $r=r_0$ bo'lgan nuqtada bo'ladi.

$$u_{\max} = \frac{gJ}{4\nu} r_0^2 \quad (8.4)$$

U holda tezlik taqsimoti:

$$u = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right] \quad (8.5)$$

Endi (8.4) tenglama asosida oqimning quyidagi gidravlik kattaliklarini aniqlaymiz:

Oqim sarfi:

$$Q = \int_0^{r_0} u d\omega = 2\pi \int_0^{r_0} u r dr$$
$$Q = \frac{\pi d J}{128 \nu} d^4 \quad (8.6)$$

Ÿo'rtacha tezlik:

$$g = \frac{Q}{\omega}$$

U holda o'rtacha tezlik:

$$g = \frac{g J d^2}{32 \nu} = \frac{g J r_0^2}{8 \nu} \quad (8.7)$$

(8.4) va (8.7) ifodalardan shuni xulosa qilish mumkinki laminar harakat rejimida u_{\max} bo'lar ekan.

8.3 Turbulent harakat rejimida oqim tezligining taqsimoti

Turbulent harakatda suyuqlikning har bir zarrachasi juda ham murakkab egri chiziqli traektoriya bo'yicha harakat qiladi va har bir qanday ikki zarrachaning traektoriyalari bir - biriga o'xshamaydi.

Turbulent harakat rejimida oqimning xar bir nuqtasidagi tezlik miqdori va yo'nalishi o'zgarib turadi.

Bunda nuqtadagi tezlik ikki xil tezlikdan iborat bo'ladi:

$$u = \bar{u} + u^1$$

Bu yerda u - o'rtalangan tezlik bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt$$

u' - tezlik pulsasiyasi;

Turbulent harakat rejimida urinma zo'riqishni ifodalash hozirgi zamon fanining muammoli masalalaridan hisoblanadi.

Shu boisdan oqimning turbulent harakatini ifodalash uchun bir necha modellar mavjud: bo'lar xakida [1, 2] adabiyotda batafsal yozilgan.

Turbulent harakat rejimida oqim tezligining taqsimotini nazariy ifodalash ancha murakkab.

Umumiy ko'rinishda turbulent harakat urinma zo'riqishi quyidagicha ifodalash mumikn:

$$\tau = \tau_\lambda + \tau_T = \mu \frac{du}{dy} - \mu_T \frac{du}{dy} \quad (8.8)$$

Bu yerda: τ_λ, τ_T - mos ravishda laminar va turbulent rejimidagi urinma zo'riqish; μ_T - turbulen oqim yopishqoqlik koeffisienti yoki turbulent almashuv (diffuziya) koeffisienti.

Oqimning turbulenlik darajasi oshishi bilan (8.8) ifodaning birinchi xadining ta'siri kam bo'ladi, u holda

$$\tau = \mu_T \frac{du}{dy}; \quad (8.9)$$

Tajriba va nazariy izlanishlar natijasida - uchun quyidagi ifoda qabul qilingan:

$$\mu_T = \rho \lambda \cdot \frac{du}{dy} \quad (8.10)$$

Bu yerda: ρ - zichlik;

$\lambda = x y$;

Quvurda tezlikni taksimotini ifoda etuvchi tenglamani olamiz:

$$\rho x^2 y^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2 = \rho u_x^2 \quad (8.11)$$

Oxirgi ifodani integrallab quyidagi natijani olamiz:

$$u = \frac{u_x}{x} \ln y + C \quad (8.12)$$

\mathcal{S} - integrallash doimiysi;

(8.12) - tenglamaga, turbulent harakat rejimida tezlikning logarif-mik qonuniyat bo'yicha taksimoti deyiladi. Adabiyotlarda tezlik taqsimotini ifodalovchi bir necha emperik va yarim emperik formulalar haqida keng ma'lumotlar mavjudligi uchun, bu yerda bu masalalarga batafsil to'qtamadik.

Nazorat savollari

1. Suyuqlik harakat rejimlari va uning oqim tezligiga ta'siri.
2. Oqim tezligi taqsimotini ifodalovchi formulalar.
3. Turbulent oqim modellari.

9-§. Atmosferada ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini modellashtirish

9.1. Tashlamalarning atmosferada tarqalishi

Zaharli gaz va bug' tashlamalarining atmosferada tarqalish darajasi va ta'sir doirasiga ko'p omillar sabab bo'ladi.

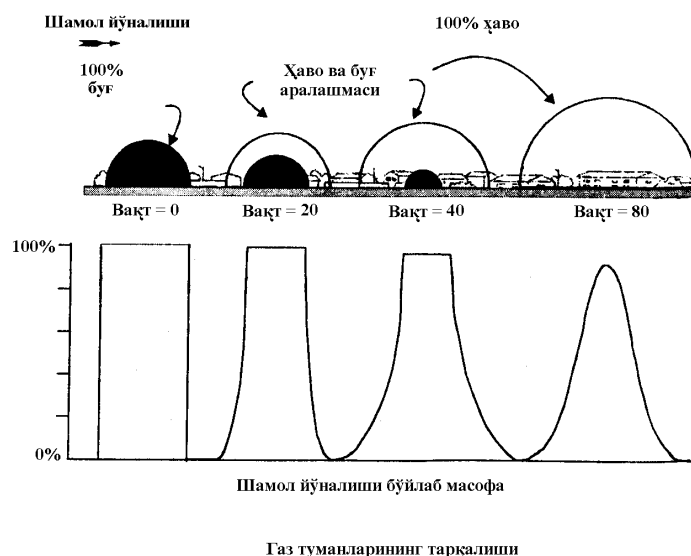
Gaz va bug' tumanlarini atmosferada tarqalishini ifodalash uchun quyidagi sxema va grafiklarni ko'rib chiqamiz (5-rasm).

Mazkur rasmda shamol yo'nalishiga qarab tuman tarqalishining to'rt bosqichi keltirilgan. Boshlang'ich vaqtda tuman paydo bo'lib, undagi gaz yoki bug' konsentratsiyasi 100% deb qarash mumkin va atrofdagi atmosfera havosi hali zaharlanmagan.

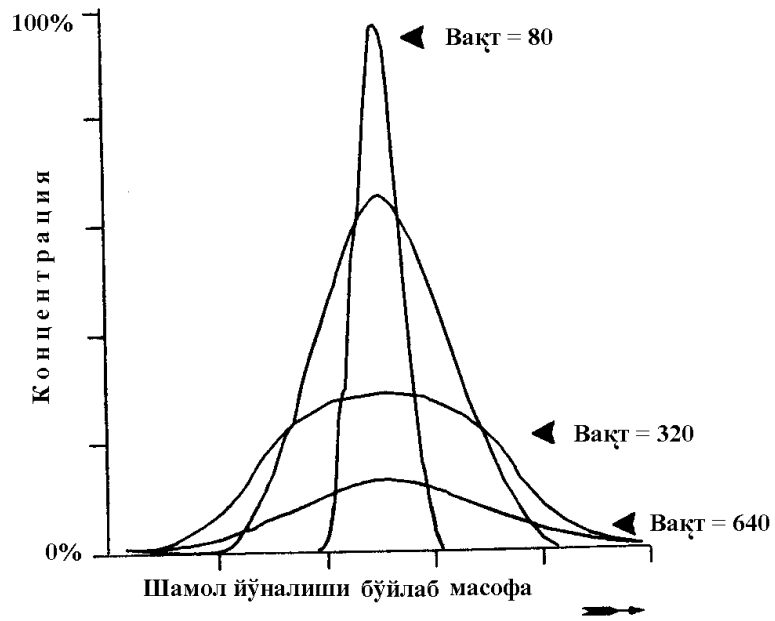
Ma'lum 20 vaqtdan keyin, atmosfera havosi bilan aralashish hisobiga tuman o'lchamlari kengayib boradi va konsentratsiya miqdori 100% bo'lgan qismi kamayib boradi.

Yana ma'lum 40 vaqtdan keyin 100% konsentratsiyali tuman qismi kamayib, 80 vaqtdan keyin batamom yo'qoladi.

6-rasmda gaz konsentratsiyasining vaqt davomida o'zgarishi keltirilgan. Gaz konsentratsiyasi vaqt davomida kamayib borib (7-rasm), qaysidir nuqtada zaharli gaz yoki bug' konsentratsiyasi atrof muhitga zararsiz darajada kamayadi.

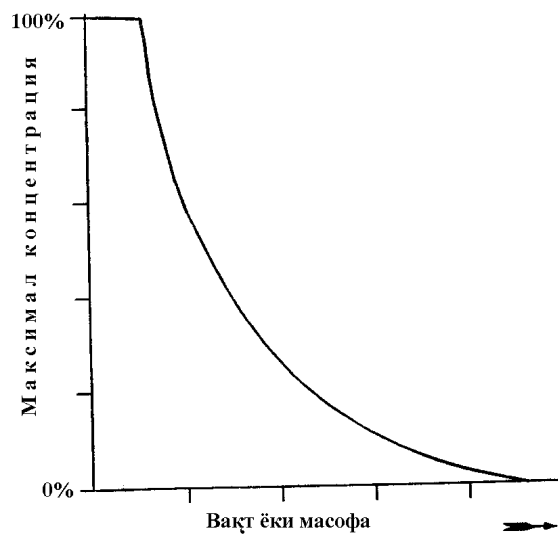


5-расм. Tashlamalarning atmosferada tarqalishi



Концентрациянинг вақт давомида узгариши

6-расм. Tashlamalarning vaqt davomida o'zgarishi



Вақт ёки масофа бўйича ҳаводаги максимал концентрация

7-расм. Tashlama konsentratsiyasining o'zgarish grafigi

9.2. Zaharli gaz va bug'larning atmosferada tarqalishiga (dispersiyasiga) ta'sir ko'rsatuvchi omillar

1. Tashlamalarning miqdori va sathi

Bir marotabali va doimiy manbalardan chiqarilgan tashlamalarning atrof-muhitga ta'sirini baholashda ularning miqdori va sathi juda ahamiyatli.

Alohida ifloslantiruvchi manba sathining ham ta'siri sezilarli. Chunki katta yuzalardan katta miqdorda bug'lanish yuzaga keladi.

2. Atmosfera barqarorligi

Ifloslantiruvchi gaz va bug' tashlamalarining ta'sir doirasini aniqlashda quyosh nuri, ob-havo tumanligi va shamol tezligining ham ta'siri ahamiyatli. Odatda meteorologiyada atmosfera barqarorligi 6 sinfga ajratiladi (5-jadval).

Shamol tezligi	Ob-havo sharoiti, kunduzi			Ob-havo sharoiti, kechasi	
	Quyosh nurining kuchi			Tumanlik darajasi	
	Yuqori	O'rta	Kuchsiz	$\geq 4/8$	$\leq 3/8$
< 4,5	A	A-B	B	-	-
4,5-6,7	A-B	B	C	E	
6,7-11,2	B	B-C	C	D	F
11,2-13,4	C	C-D	D	D	D
> 13,4	C	D	D	D	D

bu yerda: *A* - absolyut noqulay sharoit;

V - o'rtacha nokulay sharoit;

S - oz noqulay sharoit;

D - o'rta sharoit;

E - oz qulay sharoit;

F - o'rtacha qulay sharoit;

3. Zararli gaz va bug'larning xususiyati

Atmosferaga chiqarilayotgan gaz yoki bug'lar havodan og'ir va yengil bo'lishlari mumkin.

Havodan yengil gaz va bug'lar atmosfera havosidagi gazlarday aralashib ketishadi
(9-rasm).

Bu xil gaz va bug'larning tarqalish va aralashish tezligi havo va gaz zichliklarining farqiga va shamol tezligiga bog'liq bo'ladi. Shamolning yuqori tezligi gaz va bug'larni yerga yaqin ushlab turishga harakat qiladi (8-rasm).

Havodan og'ir bo'lgan gaz va bug'lar tarqalib yer ustiga tushishga harakat qiladilar va yer ustida taqsimlanadilar. Shu sababli zaharli gaz va bug'larning atrof-muhitga ta'sirini baholashda, og'ir gazlarga alohida e'tibor berish kerak bo'ladi.

4. Tashlamalarning chiqarilayotgan balandligi

Ishlab chiqarish korxonalaridan tashlamalar trubalar orqali atmosferaga yuboriladi. Atrof muhitga zararli gazlarning ta'sirini baholashda bu holatni ham e'tiborga olish lozim bo'ladi. Chunki yuqori balandlikda chiqarilgan gaz va bug'larning maksimum konsentratsiyasi yer sathiga yetguncha atmosfera bilan qo'shib ancha kamayadi.

Bu jarayonga yana shamolning tezligi, hamda gaz va bug'ning "og'ir" yoki "engil"ligining ham ta'siri bo'ladi.

5. Ifloslantiruvchi moddaning fizik holati

Shuni ham alohida ta'kidlash kerakki, shamol orqali gaz va bug'lardan tashqari ular bilan birgalikda tutun, tuman, aerosol, chang va har xil mayda zarrachalar ham atrof muhitga tarqalishi mumkin.

Mayda quyuq va qattiq zarrachalar, kimyoviy birikmalar ifloslantiruvchi manba atrofiga ham tarqalishi mumkin. Mayda suyuq va qattiq zarrachalar gaz va

bug'larning taqsimoti va tarqalishiga ta'sir ko'rsatib, ularni yerga yaqin atrofda ko'proq to'planib qolishiga sabab bo'lishlari mumkin.

6. Tashlamalarning atmosferaga yuborish tezligi

Tashlamlar atmosferaga har xil tezlikda bosim ostida yuborilishi mumkin. Bunday hollarda gaz va bug'lar atmosfera havosi bilan tez aralashib konsentratsiyasi atrof-muhit havosida kamayishi mumkin.

7. Yer reliefi

Ma'lumki, gaz va bug'lar yer atrofida tarqalishi hamma vaqt bir xil tekis joyda amalga oshmaydi.

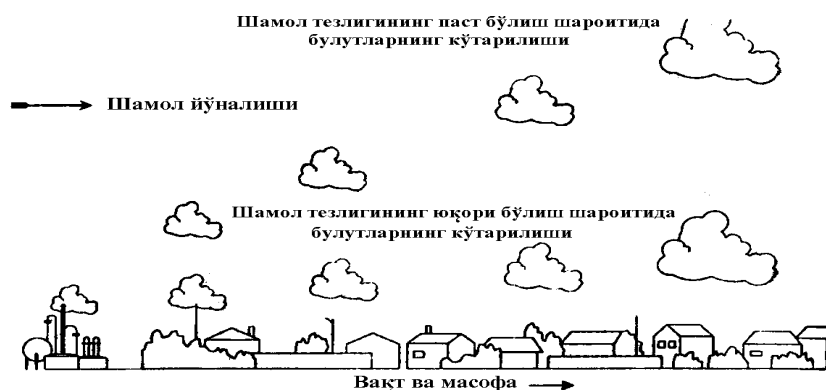
Joyning topografik xususiyati ham gaz va bug'larning tarqalishiga ta'sir ko'rsatadi.

8. Shamol yo'nalishining o'zgarishi

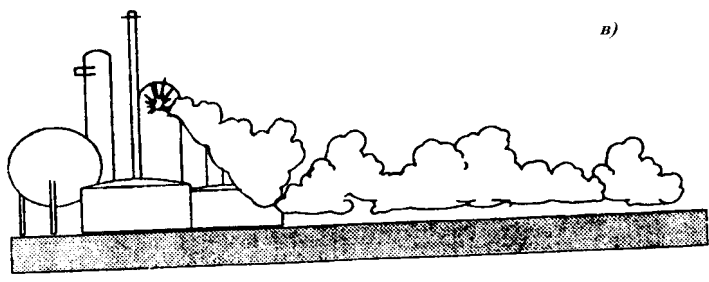
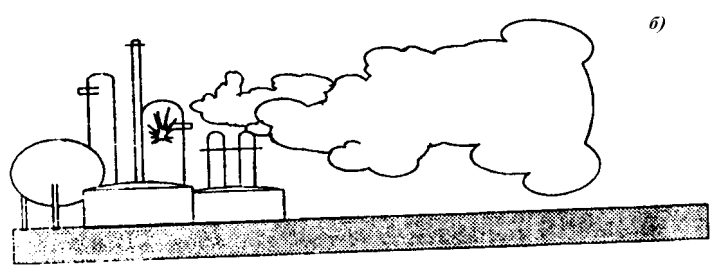
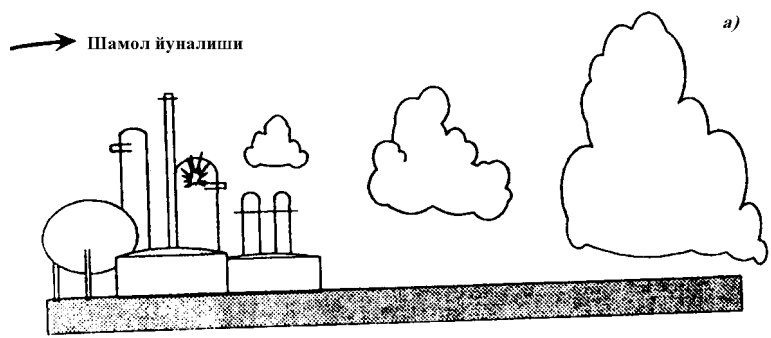
Shamol yo'nalishi hamisha doimiy bo'lmasdan, o'zgaruvchidir.

Shamol yo'nalishining o'zgaruvchanligi himoya zonalarini qurishda katta ta'sir ko'rsatadi. Avariya holatlarida aholini himoyalash yoki evakuasiya qilishda qo'shimcha mablag'lar talab qilinadi.

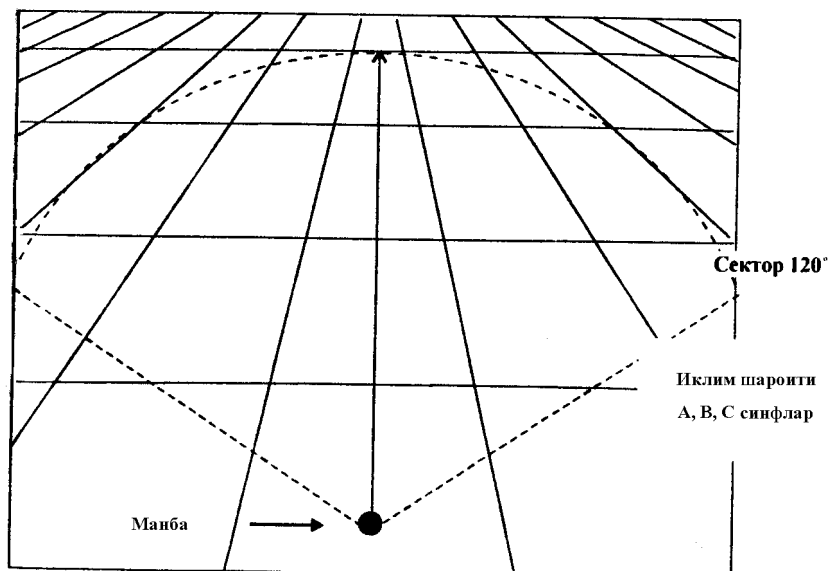
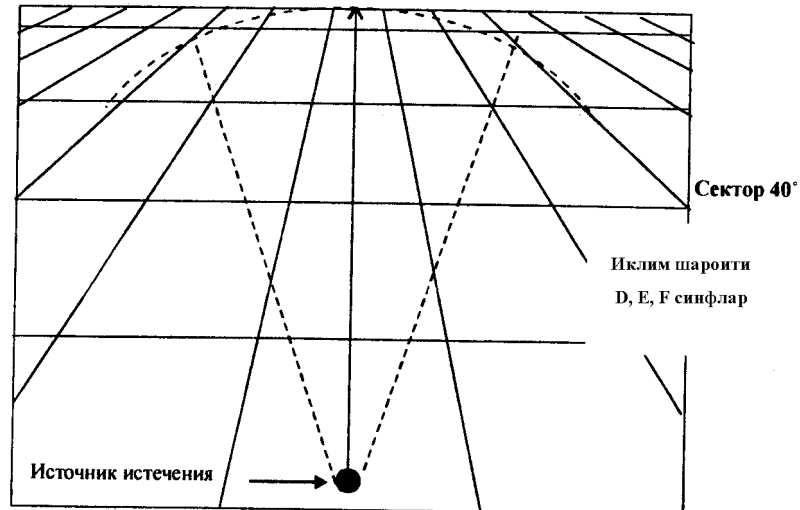
Hisob-kitoblar ko'rsatadiki, atmosfera barqarorligining A; V; S - sinflarida 90% - li ehtimollikda himoya zonasining chegarasi 1200 sektor-dan oshmaydi (10-rasm).



8-расм. Tashlamalarning tarqalishiga shamol tezligining ta'siri



9-расм. Yengil va og'ir tashlamalarning tarqalishi: a) havo bilan zichligi bir xil bo'lgan tashlamalar; b) havo bilan zichligi bir xil, shamol ta'siri yo'q; v) havodan zichligi yuqori bo'lgan tashlamalar.



10-расм. Tashlamalar tarqalishida xavfli chegaralar

9.3. Tashlamalar taqsimotining differensial tenglamasi

Suv va atmosferada ifloslantiruvchi moddalar asosan ikki xil tarqaladi: birinchisi konveksiya hisobiga va ikkinchisi turbulent diffuziya hisobiga.

Shu boisdan tuzilgan matematik model tezliklar taqsimotini va turbulentlik xarakteristikalarini to'liq ifodalashi lozim.

Hozirgi kunda bu ishlarni amalga oshirish uchun harakat tenglamalarini tuzish va uning yechimini topish lozim.

Bu tenglamalarga qo'yilgan talab birinchidan ular sodda bo'lishlari va ikkinchidan amaliy natijalar olishga qulay bo'lishi lozim. Chunki mavjud tenglamalardagi turbulentslik parametrlarini aniqlash ancha murakkab matematik ifodalar va qo'shimcha gipotezalarni talab etadi.

Tashlamalarning atmosferada taqsimotini ifodalash uchun quyidagi differensial tenglamadan foydalanadilar:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \sum_{i=1}^u u_i \frac{\partial C}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial K_i}{\partial x_i} \frac{\partial C}{\partial x_i} + S; \quad (9.1)$$

bu yerda: C ; u - mos ravishda tashlama konsentrasiyasi va oqim tezligining o'rtalangan qiymatlari; K_i - turbulent diffuziya koeffitsiyenti, koordinata o'qlari bo'yicha o'zgaruvchan;

S - konsentrasiyaning o'zgarib borishini ifodalovchi funksiya, masalan kimyoviy yoki fizik jarayonlar tufayli:

Amaliy masalalarni yechishda (9.1) tenglamani ancha soddalashtirish mumkin, chunki bu ko'rinishda tenglamani yechimini topish ancha murakkab.

Masalan, atmosferada IM taqsimotini ifodalashda X - o'qini shamol tezligi yo'nalishi bilan yo'naltirib, $u_y=0$ deb qabul qilinadi. Oqim tezligining vertikal tashkil etuvchisi - u_z , shamol tezligining vertikal tashkil etuvchisidan va ifloslantiruvchi moddaning cho'kish tezligidan - iborat bo'ladi.

ω_z - ifloslantiruvchi moddaning tarkibiga qarab yuqori (havodan yengil bo'lsa) yoki pastga (havodan og'ir bo'lsa) yo'nalgan bo'ladi.

Shuni ham alohida ta'kidlash kerakki, shamol tezligi sezilarli bo'lganda $K_x=0$ deb qabul qilish mumkin, chunki θ_x - o'qi bo'yicha turbulent diffuziya- K koeffitsenti θ_u va θ_z o'qlariga nisbatan qiymati kichik bo'ladi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, gorizont tekislik bo'yicha ifloslantiruvchi moddalar (IM) taqsimoti, ya'ni (9.1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$u_x \frac{\partial C}{\partial x} = \omega_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial K_z}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} + \frac{\partial K_y}{\partial y} \frac{\partial C}{\partial y} \quad (9.2)$$

bu yerda: K_z, K_y - turbulent diffuziya koeffisientlari;

ω_z - IM larning tushish (cho'kish) tezligi.

Keltirilgan (9.2) tenglamaning yechimini topishda chegaraviy shartlarni belgilash

talab etiladi.

Masalan, ishlab chiqarish korxonasiining trubasidan atmosferaga tashlamalar yuborilmoqda.

U holda chegaraviy shartlarni quyidagicha qabul qilamiz:

$$x = 0; y = 0; z = N;$$

bu yerda N - korxonasiining trubasining balandligi.

Korxonadan ma'lum masofadan keyin IM konsentratsiyasi nolga teng deb qaraymiz.

Ya'ni tabiiy sharoitda atmosferaning o'z - o'zini tozalash xususiyatini hisobga olib.

U holda chegaraviy shartlar:

$$C \rightarrow 0; |y| \rightarrow \infty; |x| \rightarrow \infty; |z| \rightarrow \infty.$$

Yer sathi yaqinidagi chegarada quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$K_z \frac{\partial C}{\partial z} - c(\beta - \omega_z) = 0 \quad (9.3)$$

bu yerda: b - IM moddaning yer sathi bilan bog'liqligini ifodalovchi parametrlar bo'lib, quyidagi chegaraviy qiymatlarga ega:

$$b \rightarrow \infty; \quad b \rightarrow 0;$$

$b \rightarrow \infty$ holat, IM ning yerga singib ketishi, u holda $Z=0$ bo'lganda $C=0$ teng.

$b \rightarrow 0$ holat, bu $z=0$ teng holat bo'lib, IM yerga singmasdan atmosfera havosida qoladi.

Boshlangich shartlarni qabul qilishda IM larning $t=0$ dagi qiymatini bilish lozim.

Odatda $t=0$ da IM konsentratsiyasi $S(x,y,z)=0$ deb, yoki IM konsentratsiyasi miqdori fon qiymatiga teng deb - S_f qabul qilinadi.

9.4. Tashlamalardagi ifloslantiruvchi moddalar taqsimotini hisoblash metodlari

Atmosferadagi IM miqdorini hisoblashda Gauss modeli keng qo'llaniladi.

Model asosida atmosferada IM taqsimoti Gauss taqsimotiga mos degan gipoteza yotadi.

Bu metodga asoslangan hisoblash tenglamalari, (9.1) tenglamadan quyidagi shartlar asosida keltirib chiqarilgan (11- rasm):

- 1) tenglama barqaror harakat uchun tuzilgan, ya'ni IM doimo vaqtga bog'liq bo'lmagan holda atmosferaga chiqmoqda.
- 2) shamol tezligi o'zgarmas va diffuziya kengligida bir xil:
- 3) turbulent diffuziya koeffisientlari koordinataga bog'liq emas.
- 4) X o'qi bo'yicha diffuziya miqdori oqim tezligiga nisbatan juda kichik, ya'ni

$$u \frac{\partial C}{\partial x} \gg \gg K_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2};$$

U holda (9.1) tenglama ancha soddalashadi va quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = K_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}, \quad (9.4)$$

Tenglamaning yechimini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$C = C_0 x^{-1} \exp \left\{ - \left[\frac{y^2}{K_y^2} + \frac{z^2}{K_z^2} \right] \frac{u}{4X} \right\}; \quad (9.5)$$

bu yerda: C_o - integralash doimiysi, chegaraviy shartlar asosida qo'yilgan masalaning shartiga qarab aniqlanadi.

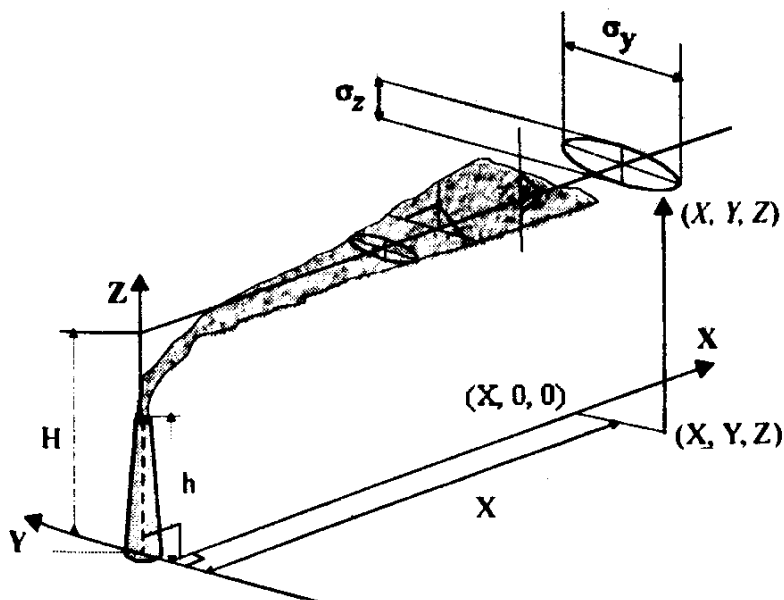
Umumiy ko'rinishda (9.5) ni quyidagicha yozamiz:

$$C(x, y, z) = \frac{M}{2\pi G_y \cdot G_z u} \exp\left\{-\frac{Y^2}{2G_y^2} - \frac{Z^2}{2G_z^2}\right\};$$

bu yerda: M - manbadan chiqayotgan tashlama miqdori:

G_y, G_z - Gauss taqsimotiga asoslangan dispersiya:

Dispersiya parametrlari havo oqimining turbulentslik xarakteristikalari asosida quyidagicha aniqlanadi:



11-pacm . Tashlamalar taqsimotining modeli

Gauss taqsimoti

Ob - havo holatiga qarab atmosfera havosi bir necha sinflarga ajratiladi (5-jadval) va bu sinflar asosida dispersiya koeffitsiyentlari aniqlanadi (6-jadval).

Ob-havo sharoiti	a	b	c	d	Ob-havo sharoiti	a	b	c	d
A	0,527	0,863	0,28	0,90	D	0,128	0,905	0,20	0,76
B	0,37	0,866	0,23	0,85	E	0,098	0,902	0,15	0,73
C	0,209	0,897	0,22	0,80	F	0,065	0,902	0,12	0,67

Amaliy masalalarni yechishda G_y ; G_z - qiymati meteorologik sharoitlarga qarab quyidagicha aniqlanadi:

$$G_y(x) = a x^b; \quad G_z(x) = c x^d$$

bu yerda: a ; b ; c ; d - koeffitsiyentlar qiymati meteorologik sharoitlar asosida jadvallardan olinadi (6 - jadval).

Misol:

1. Korxonada quvuridan atmosferaga $M=10 \text{ kg/s}$ miqdorda tashlamalar chiqmoqda. Boshlang'ich paytda tashlama o'lchamlari koordinata o'qlari bo'yicha quyidagi masofaga tarqalgan $2L_x = 2L_y = 30 \text{ m}$; meteorologik sharoitlar; o'rtacha, shamol tezligi $g_{III} = 5 \text{ m/s}$, joyning reliefi $z_0 = 0,1 \text{ m}$; 10 minutdan keyin 1 km masofada yer satxidagi va tuman tarqalishi bo'yicha IM konsentrasiyasini aniqlang.

Yechim:

1. Boshlang'ich masofani aniqlaymiz:

$$X_y = \left(\frac{L_y}{2,15a} \right)^{\frac{1}{b}}$$

Meteorologik o'rtacha sharoitdan foydalanib, 6 - jadvaldan a ; b - parametrlar aniqlanadi:

$$a = 0,128; \quad b = 0,905;$$

$$X_y = 83,0 \text{ m}$$

Dispersiya parametrlarini aniqlaymiz:

$$G_y = ax^b = 0,128(1000 + 83)^{0,905} = 71,3 \text{ M}$$

$$G_z = cx^d = 0,2(1000)^{0,76} = 38 \text{ M}$$

U xolda 10 minutdan keyin 1 km masofadagi yer satxidagi IM konsentrasiyasi:

$$C = \frac{M}{2\pi G_y G_z \vartheta} = \frac{10 \cdot 2}{2\pi \cdot 71,3 \cdot 38 \cdot 5} = 0,235 \cdot 10^{-3} \text{ kg}/\mathcal{M}^3$$

Boshlang'ich sharoitlarni hisobga olgan xolda, ya'ni IM tuman tarqalishi bo'yicha:

$$C = \frac{M}{\vartheta} F_y(x, y) \cdot F_z(x, y)$$

$L_y = 0$ bo'lganda:

$$F_y(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} G_y} \exp\left\{-\frac{y^2}{2G_y^2}\right\}$$

$L_y > 0$ bo'lganda:

$$F_y(x, y) = \frac{1}{4L_y} \left[\operatorname{ERF}\left(\frac{L_y - y}{G_y \sqrt{2}}\right) + \operatorname{ERF}\left(\frac{L_y + y}{G_y \sqrt{2}}\right) \right]$$

bu holat uchun G_y ni aniqlaymiz

$$G_y = 0,128 \cdot 1000^{0,905} = 66,4 \text{ m}$$

Funksiyaning qiymatini aniqlaymiz:

$$\operatorname{ERF}\left(\frac{L_y}{G_y \sqrt{2}}\right) = \operatorname{ERF}\left(\frac{15}{66,9 \sqrt{2}}\right) = 0,779$$

U xolda konsentrasiya miqdori 10 minutdan keyin 1 km masofada:

$$C = \frac{M}{\sqrt{2\pi} G_y G_z \vartheta} = \frac{10}{\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 15 \cdot 38 \cdot 5} = (0,179 + 0,179) \cdot 2 = 0,161 \cdot 10^{-3} \text{ kg}/\mathcal{M}^3$$

Nazorat savollari

1. Tashlamalar taqsimotini aniqlashda turbulent diffuziya tenglamasini tushuntiring.
2. I M taqsimotini ifodalashda Gauss modelini tushuntiring.
3. Tashlamalarni atmosferada tarqalishida ob - havо ta'sirini tushuntiring.

10-§ SUV HAVZALARIDA IFLOSLANTIRUVCHI MODDALAR TARQALISHINI MODELLASHTIRISH

10.1. Suv xavzalariga tashlanadigan oqova suvlar

Tabiatdagi suvga faqat suv resurslari emas, balki butun jonli mavjudot, jumladan inson uchun ham ozuqa manbai va yashash muhiti deb qarash lozim. Suvsiz hayot taraqqiyotini va tirik organizmlarning qayta tiklanishini tasavvur qilib bo'lmaydi.

Suv resurslaridan oqilona foydalanish va ularni asrash ekologik izlanishlarni olib borishni talab etadi.

Yer yuzida paydo bo'lgan gidrografik tizim (daryolar, ko'llar, dengiz va okeanlar) o'z navbatida kanalizatsiya vazifasini ham bajaradi. Shunday tabiat, biosfera va insoniyat taraqqiyoti o'rtasida tabiiy muvozanatni saqlab boradi.

Bu global tizimda daryolar kollektor sifatida faqat ma'lum xududlarni oqova suvlardan (ifloslantiruvchi moddalardan - IM) tozalamasdan, balki IMni ma'lum masofalarga vaqt davomida tarqalishiga xizmat qiladilar. Natijada tabiiy suvlarning miqdori va sifatini belgilaydilar.

Suvlarning tarkibi va sifati tabiiy va antropogen jarayonlarga bog'liqdir. Suv sifati va tarkibiga quyidagi faktorlar ta'siri ahamiyatli:

- suv xavzasiga tushayotgan va undan chiqayotgan kimyoviy elementlar;
- ifloslantiruvchi moddalarning (IM) suvda uzatilishi va parchalanishi;
- ifloslantiruvchi moddalarning (IM) suvning tabiiy komponentlari bilan o'zaro ta'siri va uzatilish jarayonida kimyoviy jarayonlar;
- suv xavzasida vujudga keladigan biologik, fizika-kimyoviy va fizik jarayonlar;

Yuqorida bildirilgan kompleks jarayonlar suv manbasining gidrologik, gidravlik va morfologik xarakteristikasi bilan bog'liqdir.

Suv manbasining sifati ifloslantiruvchi modda xarakteriga va suvning o'z-o'zini tozalash xususiyatiga bog'liqdir.

Ifloslantiruvchi moddalarning (IM) biosferadagi migrasiyasini kuzatib shunday xulosa qilish mumkinki, har qanday tabiatni asrash uchun olib borilgan tadbir, pirovardida

suv havzasini asrash tadbiridir.

Suv sifatiga ta'sir etuvchi tabiiy va antropogen faktorlarni ikki qismga ajratish mumkin: tashqi (ifloslantiruvchi) va ichki (suvni o'z - o'zini tozalashga ta'sir

ko'rsatuvchi).

Tashqi faktorlarga quyidagilarni kiritish mumkin:

- suv manbalariga suv yig'uvchi maydonlardan IMlarni tushishi. Bu yo'l bilan IMlarning taxminan 40 - 50% suv manbalariga tushadi;
- IMning suv manbalariga yog'inlar bilan birga tushishi;
- IMning suv manbalariga yer osti suvlari bilan birga tushishi;
- IM suv manbalariga alohida oqova suvlar (korxonalar, tozalash inshootlaridan) bilan tushishi va xokazo.

Ichki faktorlar, ya'ni suvni o'z - o'zini tozalashga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar:

- Suv manbasida ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishi;
- Konservativ bo'lmagan IM bioqimyoviy jarayonlar ta'sirida kamroq ta'sir etuvchi

IM yoki sodda birikmalarga ajralishi;

- IM o'zaro va suv bilan ta'siri natijasida yangi turdagi moddalarning paydo bo'lishi;

- IM o'z - o'zini tozalashi, ya'ni muallaqlashgan IM zarrachalarning gravitatsiya va oqimning gidrodinamik kuchi ta'sirida cho'kishi;
- Sorbsion va desorbsion jarayonlar;
- Suv manbasining zarrarsizlantirish xususiyati;
- Suv manbasining xarorat rejimi.

Tabiiy suvlarning o'z-o'zini tozalash xususiyati deb tabiiy-gidrologik, kimyoviy va biologik jarayonlar ta'sirida ifloslangan suv manbasining o'zining boshlang'ich holatiga qaytish xususiyatiga aytiladi.

Suv manbasining o'z - o'zini tozalash jarayonini shartli uchga ajratish mumkin: gidrologik, kimyoviy va biologik.

Gidrologik jarayonlar suv manbasining gidrologik, gidravlik va morfometrik xarakteristikalariga bog'liqdir.

Bu omillar IM parchalanishiga, aralashishiga va uzatilishiga to'g'ridan - to'g'ri ta'sir ko'rsatadilar.

IM daryo suvlarida parchalanishiga va kamayib borishi daryo oqimining turbulentlik tartibi bilan bog'liqdir.

Suv havzalarida ekologik izlanishlar olib borilishi yer usti va yer osti suvlar holatini ekologik talablar asosida saqlab qolishini, suv manbalariga ko'rsatilayotgan salbiy ta'sirlarni ruxsat etilgan me'yorlarini belgilash va ularni oshib ketmasligini ta'minlaydi.

Suv havzalarida IM me'yori sifatida ruxsat etilgan konsentrasiya miqdori (REM) qabul qilingan.

Suv manbalari sifatini me'yorlashdan asosiy maqsad - suv tarkibi va sifatini shunday saqlab qolish kerakki, bu holatda suvdan foydalanish inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatmasin, ekologik qulay sharoit vujudga kelsin va suvdan foydalanuvchilar uchun zaruriy sharoit paydo bo'lsin.

Atrof muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadigan IMning suv va havo basseynida taqsimotini va uning tarqalishini ifodalash uchun hozirgi zamon fan yutuqlaridan keng foydalanilmoqda.

IMlarning suv, havo va tuproqdagi miqdorini aniqlash, ularni baholash va bashoratlash hozirgi kunning dolzarb muammolaridan hisoblanadi. Bu tafsilotlarni amalga oshirishda mexanikaning asosiy qonuniyatlaridan (massaning saqlanish qonuni, energiyaning saqlanish qonuni) keng foydalanishni talab etadi.

Tabiiy muhitda oqova va tashlamalar tarkibidagi IMning tarqalishi va taqsimotini o'rganish, baholash va bashoratlash uchun fizik va matematik modellashtirishdagi uslublardan keng foydalaniladi.

Bu yo'nalishda talabalardan ekotizimdagi jarayonlarni fizik modellashtirish asoslarini va uning negizida jarayonlarni baholash uslublarini bilish talab etiladi.

Ekotizimdagi jarayonlarni matematik modellashtirish asosida IMLarning suv havzalarida va atmosferada tarqalishi va taqsimotini ifodalash, olingan tenglamalarni analitik va sonli usullarda yechib, natijalar olishga qaratilgan.

10.2. Asosiy tenglamalar

Ifloslantiruvchi moddalarning (IM) suv havzalarida taqsimotini va tarqalishini modellashtirishda bir necha modellar mavjud.

Shulardan amaliyotda foydalanishda keng tarqalgan - bu turbulent diffuzion model.

IM larning suv havzalarida taqsimotini modellashtirishda turbulent diffuziya tenglamasi quyidagicha yoziladi;

$$v_x \frac{\partial c}{\partial x} + v_y \frac{\partial c}{\partial y} + v_z \frac{\partial c}{\partial z} = -K_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - K_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - K_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} = -\frac{\partial c}{\partial t} \quad (10.1)$$

bu yerda: $x; y; z$ -koordinata o'qlari;

c - IM- konsentrasiyasi;

$v_x; v_y; v_z$ - tezlikning koordinata o'qlariga proyeksiyasi;

$K_x; K_y; K_z$ - turbulent diffuziya koeffitsiyenti.

Keltirilgan (10.1) tenglamaning analitik yechimini topish ancha murakkab. Murakkablik sababi noma'lumlar sonining ko'pligidan.

Shuning uchun (10.1) tenglamani yechish uchun har xil gipoteza va empirik parametrlar kiritiladi va ba'zi xususiy hollar uchun yechimi topiladi.

Shuni alohida qayd etish kerakki, bu tenglamalarda qatnashayotgan turbulent diffuziya ($K_x; K_y; K_z$) koeffitsientlarini aniqlash ham uziga xos qarashlarni talab etadi. Hozirgi kunda bu parametrlar asosan empirik aniqlanadi.

A.V.Karushev oqim harakatini tekis va barqaror deb qarab;

$$\frac{\partial c}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v_x}{\partial x} = 0; \quad v_y = 0; \quad v_z = 0;$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = 0; \quad \frac{\partial c}{\partial z} = 0; \quad (10.2)$$

tenglamani quyidagi ko'rinishga keltiradi:

$$v_x \frac{\partial c}{\partial x} - K_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = 0 \quad (10.3)$$

Yuqoridagi farazlardan so'ng, tenglamani yechimi IM - konsentrasiyasini oqim chuqurligi va uzunligi bo'yicha taqsimotini ifodalaymiz.

IM taqsimotini ifodalashga boshqa sodda usullar ham mavjud, ammo bu usullarning aniqlik darajasi yuqori emas.

V.A.Frolov IM taqsimotini modellashtirish uchun quyidagi ifodani taklif etadi:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\alpha(c_2 - c_1), \quad (10.4)$$

bu yerda: C_2 ; C_1 - konsentrasiya miqdorining qaralayotgan "stvor" da o'zgarishi; proporsionallik koeffitsiyenti.

Bir o'lchovli masala uchun, ya'ni konsentrasiyaning faqat oqim uzunligi bo'ylab o'zgarishini inobatga olib (10.4) maksimal ifloslangan oqim uchun:

$$\frac{\partial c_{\max}}{\partial t} = -\alpha(c_{\max} - c_{yp})$$

minimal ifloslangan oqim uchun:

$$\frac{\partial c_{\min}}{\partial t} = -\alpha(c_{\min} - c_{yp})$$

Quyidagicha boshlang'ich shartlar asosida:

$$t = 0; \quad C_{\max} = C_{cm}; \quad C_{\min} = C_{\phi}$$

$$C_{\max} = C_{yp} + (C_{cm} - C_{yp})$$

$$C_{\min} = C_{yp} - (C_{yp} - C_{\phi})$$

Bu formuladan foydalanishda qiymatini aniqlash qiyinchilik tug'diradi. Qiymati hozirgi kunda tajriba asosida aniqlanadi.

IM larning suv havzalarida taqsimlanishi va tarqalishini aniqlashda, oqova suvlarning asosiy oqimda parchalanishi va aralashishi katta ahamiyatga ega.

10.3. Organik chiqindilar bilan suv muhitini ifloslanishini modellashtirish

Suv muhiti, alohida tuproqni ifloslanishini modellashtirish bo'yicha juda keng tarqalgan modellar endi-endi yaratilmoqda.

Shunga qaramasdan bu yo'nalishda ma'lum yutuqlarga erishilmoqda.

Mazkur masalada suv muhitini ifloslanishini quyidagi ikkita guruhlarining o'zaro ta'siri doirasida qarab chiqamiz:

O'zaro ta'sir etuvchi guruhlar suv va unda erigan kislorod, ikkinchisi suvga yuborilgan organik chiqindilar.

Organik chiqindilar suvda bakteriyalar yordamida yemiriladi va bu kimyoviy jarayon kislorod ta'sirida amalga oshadi. Shu sababli kislorod konsentrasiyasi va chiqindilarning o'zaro bog'liqligi modellashtiriladi.

Chiqindilar konsentrasiyasi quyidagicha belgilanadi, ya'ni kislorodning biokimyoviy talabi (BPK). Bu suvda chiqindilarning yemirilishi uchun talab qilinadigan kislorod miqdori (mg/l).

Organik chiqindilar konsentrasiya L - sining yemirilishi tezligi:

$$\frac{dL}{dt} = K_1 L$$

bu yerda: K_1 - kislorod olish koeffisienti, 1/kun.

Agar S_0 bilan chiqindilar yo'q paytdagi kislorod konsentrasiyasini belgilasak, u holda chiqindilar suvga tushgandan keyin kislorod konsentrasiyasi S kamayadi.

U holda ularning farqini quyidagicha belgilaymiz:

$$D = C_0 - C;$$

D - suvga chiqindilar tushgandan keyin yetishmaydigan kislorod miqdori yoki kislorod defisiti.

D ning miqdori vaqt davomida oshib borishi (ya'ni chiqindilar suvga tushishi bilan) yoki kamayib borishi (ya'ni suvning atmosfera bilan ta'siri natijasida - reaerasiya jarayoni) mumkin:

$$\frac{dD}{dt} = K_1 L - K_2 D;$$

bu yerda $K_1 L$ - oksidlanish jarayoni; $K_2 D$ - reaerasiya jarayoni.

Bu tenglamalar 1925 yil Strit va Felps tomonidan taklif etilgan bo'lib, soddaligi va jarayonni aniq ochib berishi bilan haligacha qo'llanib kelinmoqda.

Tenglamaning yechimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$D(t) = \frac{K_1}{K_2 - K_1} L_0 (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + D_0 e^{-K_2 t};$$

bu yerda: L_0 ; D_0 - $t=0$ vaqtdagi konsentrasiya miqdori.

Modelning amaliy ahamiyati shundan iboratki, organik chiqindilarni suvga tashlashi natijasida, daryo yoki suv manbasining qaysi joyida, qaysi vaqtda kislorod yetishmasligini kuzatish mumkin. Chunki suvdagi kislorod miqdori ma'lum kritik miqdordan kamaysa suv muhitida yashaydigan mavjudotlar (baliq, chig'anoq va boshqa) nobud bo'lishlari mumkin. Bu esa o'z navbatida ekologik muvozanatni buzilishiga va ma'lum joylarda normal hayot tarzini yo'qolishiga olib keladi.

Kislorod defisitining maksimum miqdorini quyidagicha aniqlaymiz:

Tenglamadan olingan hosilani nolga tenglashtirib: $D(t)' = 0$.

$$D_{\max} = L_0 \frac{K_1}{K_2} \left[\frac{K_2}{K_1} \left(1 - \frac{D_0 (K_2 - K_1)}{L_0 K_1} \right) \right]^{\frac{K_1}{K_1 - K_2}}$$

Suvdagi (daryodagi) boshlang'ich kislorod defisiti miqdori D_0 vaqt va masofaga bog'liqdir. Agar daryodagi suv tezligini deb qarasaq, u holda masofa teng bo'ladi. D_0 miqdori u holda yuqorida joylashgan korxonalar oqovalari bilan bog'liq bo'ladi.

Shunday qilib, qaralayotgan daryo yoki suv muhitida ekologik barqaror holatni saqlab qolish uchun

$$D_{\max} < D_{\lim};$$

bo'lishi lozim: D_{\lim} - ruxsat etilgan kislorod defisiti.

Yuqoridagi model asosida suvdagi maksimal kislorod defisitini aniqlash bilan

birga, korxonalaridan suv manbalariga tashlanadigan organik chiqindilar miqdorini me'yorlash mumkin.

10.4. Suv manbalarining mexanik chiqindilar bilan ifloslanishini modellashtirish

O'zbekiston Respublikasining asosiy suv manbai Amudaryo va Sirdaryo hisoblanadi.

Xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarini, jumladan qishloq xo'jaligini va aholini ichimlik suvi bilan ta'minlashda mavjud manbalardagi suv sifatini talab darajasiga keltirish lozim.

Amudaryo va Sirdaryo suvlari tarkibida yuqori miqdorda miqdorda cho'kindilar harakat qiladi. Masalan, Amudaryo sharoitida cho'kindilar miqdori 20 g/l gacha yetishim mumkin.

Ekologik toza suv bilan qishloq xo'jaligini va aholini ta'minlash uchun suvdagi mexanik ifloslantiruvchilar - cho'kindilar tarqalishi va taqsimotini o'rganish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Faraz qilamizki, suv qishloq xo'jaligi uchun Amudaryodan olinib, suvdagi mexanik cho'kindilar konsentratsiyasi - S_0 .

Suv daryodan kanal yoki boshqa gidrotexnik inshootlarga olingandan so'ng, suvning boshlang'ich tezligi kamayib boradi.

Odatda daryodan kanallarga suv ma'lum miqdorda olinadi, ya'ni suv sarfi $Q = \text{const}$ deb qarash mumkin. U holda oqim tezligining ϑ masofa (uzunligi) bo'yicha o'zgarishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\vartheta = \frac{Q}{\omega}; \quad m/c$$

bu yerda: ω - oqim ko'ndalang kesim yuzasi - harakat kesimi.

U holda diffuzion nazariya asosida oqimdagi mexanik zarrachalar konsentrasiyasining o'zgarishini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{d\sigma}{dx} = F_x + R_x \quad (10.5)$$

bu yerda: F_x - og'irlik kuchining OX o'qiga proyeksiyasi:

$$F_x = (\rho_T - \rho)gV_T n \sin \alpha \quad (10.6)$$

R_x - oqim kinetik energiyasining dx masofada o'zgarishi:

$$R_x = \frac{1}{2} \rho_T V_T n \frac{d\vartheta^2}{dx} \quad (10.7)$$

(10.6); (10.7) tenglamalarni (10.5) ga qo'yib tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\frac{d\sigma}{dx} = -g(\rho_T - \rho)V_T n \sin \alpha + \frac{1}{2} \rho_T V_T n \frac{d\vartheta^2}{dx} \quad (10.8)$$

bu yerda: ρ, ρ_T - mos ravishda suv va cho'kindilar zichligi;

V_T - shar shaklidagi zarrachalar hajmi;

g - erkin tushish tezlanishi;

α - oqim qiyaligi yoki α - oqim nishabligi;

n - oqimdagi zarrachalar soni.

Molekulyar kinetik nazariya asosida:

$$\sigma = n\theta, \quad (10.9)$$

bu yerda: $\theta = \frac{1}{3} m_T \vartheta_T^2$;

m_T - zarracha hajmi, $m_T = \rho_T V_T$;

ϑ_T - zarracha tezligi.

Oqimdagi zarracha tezligi bilan oqim tezligi orasidagi bog'lanishni K.Sh.Latipov tenglamasi asosida aniqlaymiz:

$$g_T^2 = \left(\frac{d_0}{d_i} \right)^3 g^2$$

bu yerda: d_i - zarracha diametri;

d_0 - optimal diametr, ya'ni shunday zarrachaning diametriki, uning tezligi oqim tezligi bilan teng.

Oxirgi ifodani (10.7) formulaga qo'yib,

$$\frac{d\sigma}{dx} = -3g(\rho_T - \rho) \frac{\sigma \sin \alpha}{\rho_T g_T^2} + \frac{3}{2} \frac{\sigma}{g_T^2} \frac{d g_T^2}{dx}, \quad (10.10)$$

(10.10) tenglamani yechib, oqim uzunligi bo'ylab cho'kindilar konsentrasiyasini taqsimotini quyidagicha aniqlaymiz:

$$S = S_0 \left(\frac{\omega_0}{\omega} \right) \exp \left\{ - \frac{a}{Q^2} \int_0^x \omega_x \sin \alpha dx \right\}, \quad (10.11)$$

bu yerda: $a = \frac{3g(\rho_T - \rho)}{\rho_T} \left(\frac{d_i}{d_0} \right)^3$.

Olingan ifodaning amaliy ahamiyati shundan iboratki, bu formula yordamida oqimdagi mexanik zarralar konsentrasiyasining o'zgarishini va suv resurslaridan foydalanishda himoya inshootlarigi joylashtirish, qishloq xo'jaligi va aholini sifatli suv bilan ta'minlashga erishiladi.

10.5. Oqova suvlarni daryoga yuborishni me'yorlash.

"To'liq aralashish" stvorida massaning saqlanish qonuni asosida ifloslantiruvchi modda uchun quyidagi tenglamani yozamiz:

$$C_0(Q_\delta + Q_0) = C_\delta Q_\delta + C_0 Q_0; \quad (10.12)$$

bu yerda:

C_d - daryo suvidagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

C_o - oqova suvdagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

Q_d - daryodagi suv sarfi;

Q_o - oqova suvlar sarfi;

Agar suv korxonaga shu daryodan olinsa, u holda olinayotgan va "tashlanayotgan" suvlar sarfi bir xil deb qarash:

$$C_1 \cdot Q_d = C_0 Q_0 + C_d (Q_d - Q_0); \quad (10.13)$$

bu yerda:

C_1 - daryo suviga oqova suv tushgandan keyingi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

$Q_e \gg Q_0$ bo'lsa,

$$C_1 \cdot Q_d = C_0 Q_0 + C_d Q_d; \quad (10.14)$$

Suvning ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi bo'yicha ruxsat etilgan sifati REM teng bo'lishi kerak:

$$C_1 \approx PЭM \quad (10.15)$$

U holda mumkin bo'lgan oqovaning chegarasi quyidagicha aniqlanadi (g/s):

$$M = (C_0 Q_0)_T; \quad (10.16)$$

Bundan foydalanib:

$$M_{no} = (PЭM - C_d) Q_d; \quad (10.17)$$

Agar daryodagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi $C_d \approx PЭM$ bo'lsa, oqova suv tarkibidagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi $C_d > REM$ bo'lishi mumkin emas.

Oqova suv va daryo suvining sarfi qariyb teng bo'lsa, $Q_d = Q_o$, u holda (10.16) va (10.17) tenglamalardan foydalanamiz.

Yuqoridagi holatlarda loyixalash davomida Q_o va C_o miqdori oldindan beriladi va mumkin bo'lgan oqovaning chegarasi (10.17) tenglama asosida hisoblanadi.

Agar korxonaga uchun suv boshqa manbalardan olinadigan bo'lsa, (10.15) va (10.16) tenglamalardan foydalanib:

$$M - PЭM Q_o = (PЭM - C_d) Q_o$$

bu yerda:

$$M = PЭM \cdot Q_o \left(\frac{Q_o}{Q_e} + 1 - \frac{C_d}{PЭM} \right); \quad (10.18)$$

Korxonaga suv shu daryoning yuqori qismidan olinsa, u holda (10.16) formuladan

$$M - C_o Q_o = (PЭM - C_o) Q_o ;$$

yoki

$$M = PЭM \cdot Q_o \left[\frac{C_o / PЭM}{Q_o / Q_o} + 1 - \frac{C_o}{PЭM} \right]; \quad (10.19)$$

(10.18) va (10.19) formulalaridan foydalanib - oqova suv sarfi - Q_o va oqova suvdagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi C_o , berilgan deb qarab, REO - ruxsat etilgan oqova suvdagi ifloslantiruvchi modda miqdorining bir necha variantlarini hisoblash mumkin.

Yakuniy xulosa texnologik imkoniyatlar va iqtisodiy qulayliklar asosida qabul qilinadi.

Agar $C_0 < PЭM$ bo'lsa, u holda boshlang'ich hisoblar (10.17) formula yordamida hisoblanadi. Bu hisoblar asosida Q_0 va C_0 variatlari aniqlanadi.

10.6. "To'liq aralashmagan" stvorda ruxsat etilgan ifloslantiruvchi modda miqdori (REO)

"To'liq aralashmagan" stvorda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$\frac{C_m}{PЭM} \leq 1; \quad (10.20)$$

bu yerda: C_m - ifloslantiruvchi moddaning "maksimum" - eng yuqori konsentrasiyasi.

U holda parchalanish darajasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$n = \frac{C_0 - C_\delta}{C_m - C_\delta};$$

Ruxsat etilgan suv sifati uchun (10.20) formuladan

$$C_m = PЭM \quad (10.22)$$

U holda (10.17), (10.20) va (10.21) formulalaridan foydalanib:

$$M = [n(PЭM - C_\delta) + C_\delta] Q_0; \quad (10.23)$$

Q_0 va n o'rtasidagi bog'liqlikdan, va C_0 qiymatlarining berilganligidan foydalanib, masalaning bir necha variantini hisoblab chiqarsa bo'ladi. REOni aniqlash uchun texnologik va iqtisodiy hisoblarni bajarishga to'g'ri keladi.

10.7. Oqova suvlar tarkibidagi ifloslantiruvchi moddalar miqdorini me'yorlash

Oqova suvlar tarkibidagi IM miqdorini aniqlash mavjud hududda yoki daryo basseynida sanoat korxonolari tizimini joylashtirish, suvdan foydalanishning

oqilona uslublarini ishlab chiqish va shu hududda ekologik barqaror holatni saqlab qolish uchun kerakdir.

Oqova suvlar me'yorini belgilash uchun oqova suvlarni daryo suvida aralashib ketishini hisoblaymiz. U holda, ifloslantiruvchi moddaning konsentrasiyasi C_{\max} quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{\max} = C_{\delta} + \frac{C_o - C_{\delta}}{n} ; \quad (10.23)$$

bu yerda:

C_{δ} - daryo suvidagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

C_o - oqova suvdagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

n - parchalanish darajasi, quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$n = \frac{\gamma Q_{\delta} + Q_o}{Q_o} \quad (10.24)$$

bu yerda:

Q_{δ} - daryodagi suv sarfi;

Q_o - oqova suvlar sarfi, hisoblash ishlarida shuni hisobga olish kerakki, oqova suvlardagi ifloslantiruvchi modda eruvchan va notekis taqsimlangan;

γ - aralashish koeffitsiyenti bo'lib, quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \beta \frac{Q_{\delta}}{Q_o}} ; \quad (10.25)$$

bu yerda:

$$\beta = e^{-a^3 \sqrt{L}} ; \quad (10.26)$$

a - aralashishni gidravlik xususiyatlarini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \xi \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{K}{Q_o}} \quad (10.27)$$

bu yerda:

L - oqova daryoga tashlangan joydan qaralayotgan farvater bo'yicha stvorgacha bo'lgan masofa;

ξ - oqova suvlarni daryoga tashlash koeffitsiyenti;

φ - daryoning egrilik koeffitsiyenti:

$$\varphi = \frac{L_{\phi}}{L}; \quad (10.28)$$

K - turbulent diffuziya koeffitsiyenti bo'lib, A.V. Karaushev yoki K.Sh.Latipov formulalari yordamida aniqlanadi:

$$K = \frac{gHv}{MC} \quad (10.29)$$

bu yerda:

g - erkin tushish tezlanishi; H - daryoning o'rtacha chuqurligi; v - oqimning o'rtacha tezligi; C - Shezi koeffitsiyenti ($m^{0.5}/s$); M - koeffitsiyent,

agar bo'lsa $M=48$

agar $M=0,7S+6$

$[MC]$ - o'lchov birligi - m/s^2

Amudaryo uchun:

$$K = \frac{Hv}{200}; \quad (10.30)$$

Sirdaryo uchun:

$$K = \frac{Hv}{37C^2}; \quad (10.31)$$

Shuni aloxida ta'kidlash kerakki, Shezi koeffitsiyenti o'zgaruvchan parametr bo'lib, oqimning harakat rejimiga va o'zanning gidravlik qarshiligiga bog'liq bo'lib, qiymatini quyidagi formulalar yordamida aniqlanishi mumkin:

$$C = \frac{v}{\sqrt{Hi}};$$

$$C=33 \left(\frac{H}{d} \right)^{1/6};$$

$$C=\frac{1}{K} \sqrt[6]{H};$$

bu yerda:

i - suv satxining nishabligi;

d - daryo o'zanidagi tuproq zarrachalarining diametri;

K – o'zanning g'adir-budirlik koefisiyenti. K ning qiymati KMK (SNiP) (qurilish me'yorlari va qoidalari) asosida aniqlanadi.

Aralashish koefisiyenti - γ , hamma vaqt birdan ($\gamma < 1$) kichik. $\gamma = 1$ bo'lgan kesim to'liq aralashish kesimi - "stvor" deyiladi.

Oqovaning daryoga tashlangan joyidan to'liq aralashishi "stvor"igacha bo'lgan masofa quyidagicha aniqlanadi (farvater buyicha):

$$L_{\phi} = \left[\frac{2,3}{a} \lg \frac{\gamma Q_{\phi} + Q_0}{(1-\gamma)Q_0} \right]^3; \quad (10.32)$$

Bu formula quyidagi sharoitlar uchun o'rinli hisoblanadi:

$$0,025 \leq \frac{Q_0}{Q_{\phi}} \leq 0,1 \quad (10.33)$$

"To'liq aralashish" stvoridagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi;

$$C_m = \frac{C_0 Q_0 + \sum_{i=1}^n C_i Q_i}{Q_0 + \sum_{i=1}^n Q_i}; \quad (10.34)$$

"To'liq aralashish" stvoridagi parchalanish darajasi quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{Q_0 + \sum Q_i}{Q_0}; \quad (10.35)$$

Suvdagi ifloslantiruvchi moddalar konsentrasiyasiga qarab, quyidagi sohalarni kuzatish mumkin:

1. Suvning tabiiy sifatini belgilovchi soha:
2. Ifloslanish sohasi: $C_i - REM > 0$
3. Ta'sir doirasidagi soha: $REM - C_i > 0$

Oqova suvlarning daryo suvlari bilan aralashishi 3 ta sohada aniqlanadi:

1. Boshlang'ich aralashish sohasi (struyali turbulent harakat);
2. Asosiy aralashish sohasi (asosiy turbulent okim);
3. Ifloslantiruvchi moddalar konsentrasiyasining kamayishi sohasi (oqimning o'z-o'zini tozalash kobilyati hisobiga);

Ifloslantiruvchi moddalar daryo suvida parchalanib, borib "to'liq aralashish" stvorida zarrarli ta'siri kamayadi.

Oqova suvlarni daryoga tashlashni me'yorlash oqova suvlar va daryo suvining aralashishi natijasida ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishiga asoslangan.

10.8 Amaliy mashg'ulotlar uchun misollar

1-misol: Sarfi $250 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan daryoga tarkibida fenol bo'lgan korxonaning oqova suvlari tashlanmoqda. Korxonaga suv shu daryodan olinadi va daryo suvida fenol yo'q. Agar "to'liq aralashish" stvoridagi $REM = 0,001 \text{ mg/l}$ bo'lib, oqova suv sarfi $Q_0 = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lsa, oqova suvlar tarkibidagi ruxsat etilgan fenol miqdorini aniqlang.

Yechish:

Masalaning shartiga ko'ra daryo suvining sarfi oqova suv sarfidan bir necha marotaba ko'p va hisbolash ishlari "to'liq aralashish" stvori uchun bajarilishi kerak. U holda (10.17) formuladan foydalanib REO miqdorini aniqlaymiz:

$$M = (PЭM - C_0)Q_0 = (0,001 \text{ г/м}^3 - 0) \cdot 250 \text{ м}^3/\text{с} = 0,25 \text{ г/с}$$

Oqova suvdagi fenol konsentrasiyasi:

$$C_0 = \frac{M}{Q_0} = \frac{0,25}{2,1} = 0,12 \text{ г/м}^3 = 0,12 \text{ mg/l};$$

2-Misol: Chuqurligi $N=2m$, o'rtacha tezligi $v = 1,5 \text{ m/s}$, sarfi $Q=450 \text{ м}^3/\text{с}$ bo'lgan daryoga, korxonaga tarkibida mishyak (margimush) bo'lgan oqova suv tashlanmoqda. Daryodagi margimush konsentrasiyasi $0,002 \text{ mg/l}$, margimushning $REM=0,05 \text{ mg/l}$ bo'lib, ishlab chikarishga suv shu daryodan olinib, oqova suv sarfi $Q_0=1 \text{ м}^3/\text{с}$, daryoning egrilik koeffitsiyenti $\varphi = 1,3$.

REO va oqova suvdagi ruxsat etilgan margimush konsentrasiyasini oqova suv tashlangan stvordan 1 km pastda aniqlang, $L=1 \text{ km}$ pastda daryodan suv maishiy maqsadlarga olinadi.

Yechish:

Masalaning sharti bo'yicha REO miqdorini "to'la aralashmagan" stvor bo'yicha hisoblash kerak. Buning uchun parchalanish darajasini aniqlashimiz kerak:

Hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Turbulent diffuziya koeffitsiyenti K - ni aniqlaymiz:

$$K = \frac{hv}{200} = 0,015.$$

2. Aralashishni gidravlik xususiyatlarini hisobga oluvchi koeffitsiyentni aniqlaymiz:

$$a = \xi\varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{K}{Q_0}}$$

Oqova suv soxildan tashlanayotganligini hisobga olsak: $\xi = 1$;

U holda:

$$a = 1 \cdot 1,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,015}{1}} = 0,32.$$

3. U holda (1.4) formuladan:

$$\beta = e^{-a^3 \sqrt{L}} = e^{-0,32^3 \sqrt{1000}} = 0,041$$

4. Aralashish koefitsiyentini (1.3) formuladan aniqlaymiz:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \beta \frac{Q_o}{Q_o}} = \frac{1 - 0,041}{1 + 0,041 \cdot \frac{450}{1}} = 0,049.$$

5. Parchalanish darajasini (1.2) formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$n = \frac{\gamma Q_o + Q_o}{Q_o} = \frac{0,049 \cdot 450 + 1}{1} = 23.$$

6. "To'la aralashmagan" stvor uchun REO miqdorini (10.23) formula asosida aniqlaymiz:

$$M = [n(P\mathcal{E}M - C_o) + C_o]Q_o = [23 \cdot (0,05 - 0,002) + 0,002] \cdot 1 = 1,1 \text{ g/s}.$$

7. U holda (2.5) formuladan, oqova suvdagi ifloslantiruvchi moddaning konsentrasiyasi:

$$C_o = \frac{M}{Q_o} = 1,11 \text{ g/m}^3 = 1,11 \text{ mg/l}.$$

Masalaning sharti bo'yicha "To'liq aralashish stvori" gacha bo'lgan masofani va bu stvordagi REO miqdorini aniqlaymiz:

8. "To'liq aralashish stvori" gacha bo'lgan masofa (10.32) formula asosida hisoblanadi:

$$L = \left[\frac{2,3}{a} \lg \frac{\gamma Q_o + Q_o}{(1 - \gamma) Q_o} \right]^3 = \left[\frac{2,3}{0,32} \lg \frac{0,95 \cdot 450 + 1}{(1 - 0,95) \cdot 1} \right]^3 = 22589 \text{ m}.$$

9. "To'liq aralashish stvori" dagi REO miqdori (10.17) formula yordamida hisoblanadi:

$$M = (P\mathcal{E}M - C_o)Q_o = 21,6 \text{ g/s}$$

10. Oqova suvdagi ifloslantiruvchi modda konsentrasiyasi:

$$C_o = \frac{M}{Q_o} = \frac{21,6}{1} = 21,6 \text{ g/m}^3.$$

10.9. Oqova va tashlamalar miqdorini kamaytirish usullari

Bu yo'nalishda keskin o'zgarishlarga erishish uchun resurs tejamkor, kam chiqindilar chiqaradigan texnologiyalardan foydalanish, oqova suvlarni to'liq tozalashga erishish va yopiq suv aylanish tizimlarini qo'llash bilan erishish mumkin.

Oqova suvlarni tozalik darajasini belgilash uchun quyidagi tenglamadan foydalanish mumkin:

$$\mathcal{E} = \frac{C_0 - C_p}{C_0} 100\%$$

bu yerda:

C_0 - oqova suvdagi IM konsentrasiyasi;

C_p - ruxsat etilgan IM konsentrasiyasi.

Amaliyotda suv havzalarini asrash uchun oqova suvlarni "tartibli" tanlash uslubi ham mavjud. Bu uslubdan noqulay gidrologik sharoitlarda, ya'ni daryo suvi kam bo'lgan holatlarda foydalaniladi.

Noqulay gidrologik sharoitlarda oqova suvlar maxsus ko'l-xovuzlarda saqlanadi, qulay sharoit bo'lganda daryolarga yuboriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- 1.** Yu.A. Afanasev i dr. Monitoring i metodi kontrolya okrujayushey sredi - M.Izdatelstvo MNEPU, 2001 - 332 s.
- 2.** A.A.Bekker, T.B.Agaev "Oxrana i kontrol zagryazneniya prirodnoy sredi - Gidrometeoizdat, 1989 -288 s.
- 3.** P.M.Alabujev, V.B.Geronimus - Teoriya podobiya. Modelirovaniya - M.1968 - 200s.
- 4.** L.S.Jerald - Environmental modeling, Sity Jowa, 1996 -650 c.
- 5.** M.Gilbert - Introduction to environmental engineering.New Jersey, 1997. 630 c.
- 6.** A.K.Kikoin, I.K.Kikoin - Molekulyarnaya fizika - M.Nauka, 1978 -400.
- 7.** V.S.Borovkov - Ruslovie processi i dinamika potokov na urbanizirovannix territoriyax –
L. Gidrometeoizdat,1989 -320 s.
- 8.** D.Djankoli - Energiya, kolebaniya, volni - Mir, 1989g.50 s.
- 9.** G.I.Marchuk - Matematicheskoe modelirovanie v probleme okrujayushey sredi - M.Nauka; 1982 g.320 s.
- 10.** V.M.Lyatxer - Gidravlichesкое modelirovanie -M. Eneroatomizdat,1984 -390 s.
- 11.** K.Latipov, A.Arifjanov- Voprosi dvijeniya vzvesenesushego potoka v ruslax. Tashkent, 1994 - 110 s.

Mundarija

Kirish	3
1-§. Ekologik tizimlarni modellashtirish fani.	
Maqsad va vazifalari.....	4
1.1. Ekologik tizim.....	6
1.2. Fizik va matematik modellashtirish.....	7
2-§. O'lchov birliklar nazariyasi. O'lchov birliklar.....	9
2.1. Asosiy o'lchov birliklari.....	9
2.2. Bir o'lchov birliklaridan boshqa o'lchov birliklariga o'tish.	
Bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'lchov birliklar.....	11
3-§. Modellashtirishning nazariy asoslari.	
O'xshashlik mezonlari.....	14
3.1. O'xshashlik qonunlari.....	14
4-§. O'xshashlik nazariyasining asosiy teoremlari.....	27
5-§. Har xil muhitlarda jismlarning harakati.....	32
5.1. Har xil muhitlarda jismlarga ta'sir etuvchi kuchlar.....	32
5.2. Qattiq zarrachalarning muhitlarda harakat tezligi.....	35
6-§. Ekotizimdagi jarayonlarni matematik modellashtirish asoslari.....	39
6.1. Harakat tenglamalari. Energiyaning saqlanish qonuni.....	39
6.2. Oqim harakatini modellashtirish. Nave-Stoks tenglamasi.....	41
7-§. Massaning saqlanish qonuni. Uzluksizlik tenglamasi.....	45
7.1. Massaning saqlanish qonuni.....	45
8-§. Harakat rejimlari. Oqim tezligining taqsimoti.....	49
8.1. Oqimlarning harakat rejimlari.....	49
8.2. Laminar harakat rejimida tezlik taqsimoti.....	50
8.3. Turbulent harakat rejimida oqim tezligining taqsimoti.....	52
9-§. Atmosferada ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini modellashtirish.....	55
9.1. Tashlamalarning atmosferada tarqalishi.....	55

9.2. Zaharli gaz va bug'larning atmosferada tarqalishiga (dispersiyaga) ta'sir ko'rsatuvchi omillar.....	57
9.3. Tashlamalar taqsimotining differensial tenglamasi.....	61
9.4. Tashlamalardagi ifloslantiruvchi moddalar taqsimotini hisoblash metodlari.....	64
10-§. Suv havzalarida ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini modellashtirish.....	68
10.1. Suv havzalariga tashlanadigan oqova suvlar.....	68
10.2. Asosiy tenglamalar.....	71
10.3. Organik chiqindilar bilan suv muhitini ifloslanishini modellashtirish.....	73
10.4. Suv manbalarining mexanik chiqindilar bilan ifloslanishini me'yorlash.....	75
10.5. Oqova suvlarni daryoga yuborishni me'yorlash. "To'liq aralashish" stvori.....	78
10.6. "To'liq aralashmagan" stvorda ruxsat etilgan ifloslantiruvchi modda miqdori (REO).....	80
10.7. Oqova suvlar tarkibidagi ifloslantiruvchi moddalar miqdorini me'yorlash.....	81
10.8. Amaliy mashg'ulotlar uchun misollar.....	85
10.9. Oqova va tashlamalar miqdorini kamaytirish usullari.....	88
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	89
M u n d a r i j a.....	90

Arifjanov Oybek Muxammedjanovich

"Ekotizimdagi jarayonlarni modellashtirish"

fanidan o'quv qo'llanma

Muharrir:

M.Nurtoyeva

Bosishga ruxsat etildi: 28.022008., Qog'oz o'lchami 60x84- 1/16.,

Hajmi: 5,75 b. t., adadi:50 nusxa., buyurtma №012

Toshkent, 100000. Qori Niyoziy ko'chasi 39 uy