

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Bazarov Dilshod Raimovich
Arifjanov Aybek Muhamedjanovich
Matyakubov Baxtiyar Shamuratovich
Xidirov San'at Quchqorovich
Mavlyanova Dildora Abduroshidovna
Nishanbayev Xayrulla Abdudjalalovich

O'zandagi jarayonlar gidravlikasi

5340700 - "Gidrotexnika qurilishi" (suv xo'jaligida) ta'lim yonalishi talabalari,
Gidromelioratsiya, 5A340701 - «Gidrotexnika inshootlari», 5A450401-
«Gidrotexnika inshootlaridan foydalanish, ularning ishonchliligi va xavfsizligi»
magistratura mutaxassisligi va suv xo'jaligi ob'yektlaridan foydalanadigan soha
mutaxassislariga mo'ljallangan.

Annotatsiya.

Nanoslar va gruntlarning mexanik, geometrik va gidravlik xarakteristikalarini keltirilgan. Nanoslar harakati nazariyasining hozirgi zamonaviy ko‘rinishi baholanib, ularni hisoblash usullari keltirilgan. O‘zan va qayir oqimlari o‘zaro ta‘sirini o‘zandagi deformatsion jaryonlarga ta‘siri, gidrotexnik inshootlarga ta‘siri batafsil yoritilib, o‘zandagi jarayonlarni gidrotexnik inshootlar ta‘sirida o‘zgarishi va ularni bashorat qilish, hisoblash metodlari gidromorfologik va gidrodinamik tamoyillarni inobatga olish bilan yoritilgan. Daryo havzasi - daryo oqimi-daryo o‘zani o‘z - o‘zini boshqarish sistemasi faoliyatida o‘zandagi jarayonlar o‘rni tavsiflangan.

Taqrizchilar:

Maxmudov I.E. - TIQXMMI qoshidagi «Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti» direktori, t.f.d.

Axmedova . . - «Gidrometeorologiya ilmiy tekshirish instituti» direktori
vfzifasini bajaruvchi, t.f.n., dotsent

Nazaraliyev D.V. - «Gidrologiya va gidrogeologiya» kafedrasini mudiri, dotsent

:
 . . - -
 « » , .
 . . - . . -
 « », , .
 . . - « »,

ANNOTATION

The book presents information on the mechanical and hydraulic characteristics of bed loads and methods for their calculation. An analysis of the state of the art in the floodplain load movement theory and transport of loads in the channel is performed. Fundamentals of the theory of self-regulating systems in hydrology, and the role of loads and channel processes in the self-regulating basin - river flow - channel system are discussed. Two aspects in the channel processes theory are defined, hydrodynamic and hydromorphological ones, as well as their potentials in application to calculation of their deformations both under natural conditions and under the impact of hydraulic engineering structures and water economy activities.

Reviewers:

Makhmudov I.E.- Director of the Scientific Research Institute «Irrigation and Water Problems» at TIAME, Doctor of Technical Science.

Akhmedova T.A.-the acting director of the Scientific and Research Institute «Hydrometeorology», candidate of technical sciences, associate professor.

Nazaraliev D.V. -Head of the department «Hydrology and hydrogeology», candidate of agricultural sciences, associate professor.

Har bir inson faxr tushunchasini turlicha talqin qiladi:

Insonlar borki, turli qing'ir qiyshiq yo'llar bilan orttirgan matoh va boyliklari bilan faxrlanadi;

Insonlar borki, o'z do'stu yaqinlarini sotib, egallab turgan mansabi bilan faxrlanadi;

Insonlar borki, o'z farzandlarining yoki o'zining hayotda erishgan yutuqlari bilan faxrlanadi;.....

Bu ko'hna duyoda shunday insonlar yashashganki, o'z hayotlari davomida juda ko'pchilikka ilm-ziyo va hayotning barcha javhalarida ustozlik qilib, ilm berib, munosib shogirdlar qoldirib, oila va farzandlar tarbiyasida, hayot sinovlarining har qanday qiyin vaziyatlarida INSONIYlikni unutmaslikda o'rnak bo'lib hayot kechirishgan. Bunday insonlar bilan doimo barcha insonlar faxrlanishadi.

Aziz o'quvchi, ushbu qullanmada xuddi shunday INSONlar bo'lgan ustozlarimiz O'zandagi jarayonlarni gidravlika va gidromorfologiya qonuniyatlari bilan birgalikda ilmiy asoslab o'rganib, bir qancha daryolar o'zanlaridagi jaryonlarni fizik mohiyatini talqin etgan olim, akademik Amin Muxamedovich Muxamedov va O'zbekistonda Gidravlika fanining rivojlanishiga munosib hissa qo'shgan, kanallarni gidravlik eng qulay to'rg'un kesimga ega bo'lishini ta'minlaydigan hisoblash metodini yaratgan olim, «O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan Irrigator», «Xizmat ko'rsatgan dotsent»

Ramziddin Muhiddinovich Karimovlar porloq xotiralarini yod etgan holda ularning mehnatlari samarasidan foydalanildi.

Barchamizga hayotimiz davomida insoniy fazilatlarimiz hamisha hamroh bo'lsin.

Jonajon vatanimiz suv xo'jaligi juda murrakkab gidromeliorativ tizimga ega. Bu tizim zimmasida qariyib 4,3 mln.ga so'g'oriladigan erlarni suv bilan ta'minlash dolzarb vazifasi bo'lib, uning tarkibiga umumiy o'zunligi 180 tis.km dan ko'proq kanallar tarmog'i, 140 tis.km kollektor-drenaj tarmog'lari, 160 000 ga yaqin gitrotexnik inshootlar-bulardan 800 tasi yirik, yillik quvvati 8,2 mlrd.kVt bo'lgan 1588 nasos stansiyalari, umumiy sig'imi 19,8 mlrd.m³ 55 suv omborlari va 4100 skvajinalar kiradi.

Daryo yoki kanalning o'zanida yoki yaqin sohasida gidrotexnika inshootining qurilishi suv oqimining dinamikasini keskin o'zgarishiga olib keldi. Ushbu o'zgarishlar asosan, gidrotexnika amaliyoti uchun keskin salbiy oqibatlarga olib kelmoqda. Bu o'zgarishlarni oldindan bilish, ularni ekspluatatsiya jarayoni uchun foydali tomonlarini ta'minlash uchun daryo va kanallar, suv omborlaridagi suv oqimining dinamikasi va uning o'zani chegaralab turgan muhit bilan o'zaro ta'siri,

asosiy omillari, suv oqimi gidrodinamik xarakteristikasi, o‘zanlarning gidromorfologiyasi, o‘zan bilan suv oqimi o‘zaro ta’siri natijalari, oqim dinamikasining o‘zgarishini o‘zanga ta’siri va bu ta’sirni ekspluatatsiya jarayoni uchun keltirib chiqaradigan oqibatlarini o‘rganish suv xo‘jaligi soxasi mutaxassisining dolzarb muammosiga aylandi. Ta’kidlash lozimki, hozirgi vaqtda oliygohimizda asosan suv oqimi degan tushuncha toza suv sifatida qaraladi. Lekin gidrotexnika amaliyotida kamida ikki (suv-qattiq jism zarrachachi-nanos) yoki uch fazali suv oqim (suv+nanos va havo-aeratsiyalanish)i harakatlanishini e’tibordan chetda qoldirayotganligimizni e’tirof etishimiz mumkin.

Ta’kidlash kerakki, gidravlika – texnik gidrodinamika qonuniyatlarini ochiq o‘zandagi oqim uchun qo‘llashda murakkab muammolar yuzaga keladi. Chunki gidravlika tenglamalarini yechishda aniq o‘zgarmas chegaraviy shartlar qabul qilinadi, lekin daryo o‘zan va qayir oqimlari uchun bu shartlar o‘zgaruvchan harakterga ega bo‘ladi.

Qiziq bir vaziyat, Gidravlika masalalari bilan inson qariyb 600 yildan buyon shug‘ullanib kelsada, hozirgi davrga kelib, daryo va qayir oqimlari gidravlikasini – o‘zandagi jarayonlarni o‘rganishni gidromorfologiya masalalari bilan birgalikda olib borishi kerakligi tobora yaqqol ko‘rinib bormoqda. *Bu masala juda yuqori darajadagi murakkab lekin zamon talabidan kelib chiqib o‘rganilish shart bo‘lgan masaladir.* Chunki, bunda suv oqimining dinamik strukturasi qonuniyatlari o‘rganilishi va ularni o‘zan ko‘rinishlari bilan bog‘liqligi asoslanishi kerak.

Buyuk rassom Leonardo da Vinchi nafaqat rassom va balki o‘z zamonasining yetuk muxandisi sifatida Italiyada juda ko‘plab gidrotexnik muxandislik inshootlarini qurgan. Bu inson tatqiqotchilar gidravlik tatqiqotlarida behuda faraziy sxemalarga berilmasdan real ob‘yektdagi holatga ko‘proq e’tiborlarini qaratish kerakligini e’tirof etib, agar suv oqimini harakatini o‘rganish kerak bo‘lsa, dastlab uni kuzatish kerak va keyin fikrlash kerak degan mulohazani oldinga surib, juda ko‘plab ochiq oqimlar muammolarini hal qilgan. Bu buyuk rassom ochiq o‘zandagi oqim harakatini tavsiflab, «*o‘zandagi jarayonlar*» nazariyasi polk qo‘mondini bo‘lsa, *amaliyot* «askardir» degan qiyoslashni qo‘llagan.

Yana bir olim, Galiley esa bu borada fikr yuritganda «*koinotdagi turli osmon jismlarini harakatini o‘rganish suv oqimini ochiq o‘zandagi harakatini o‘rganishga nisbatan kam qiyinchilik yaratadi*» deb e’tirof etgan.

Suv oqimining harakati dinamikasiga ta’siri va buning natijasida o‘zandagi jarayonlarni yo‘nalishini, jadalligini va ularning oqibati tafsilotlarini o‘rganishda gidrodinamika qonuniyatlarini qo‘llash bilan birgalikda gidromorfologiya asoslarini inobatga olish muammoni atroflicha asosli ravishda o‘rganish imkoniyatini beradi.

Daryo va kanallar o‘zanlarida kechadigan jarayonlarni va ularning o‘zanda qurilgan inshootlar ta‘sirida yo‘nalishi, xarakteri va jadalligini o‘rganish kelajakda suv xo‘jaligi ob‘ektlarida faoliyat ko‘rsatuvchi mutaxassislar uchun juda katta yordam berishini va bo‘lg‘usi mutaxassis saviyasi bugungi gidrotexnikaning dolzarb yechimini ko‘tayotgan muammosini yechishga etarli darajada oshishini inobatga olib, ushbu qo‘llanma mualliflari Rossiya Davlat gidrometeorologiya universiteti Gidrometriya kafedrasini mudiri, geografiya fanlari doktori N.B.Barishnikov bilan hamkorlikda ilk bor davlat tilida ushbu qo‘llanmani nashrga tayorlashdi. Darslikda morfologiya qonuniyatlari va «havza-oqim-o‘zan» sistemasi tushunchalari asosan N.B.Barishnikov tomonidan 2006 yilda geograflarga va gidrologlarga mo‘ljallab yozilgan «Rusloviye protsessi» darsligidan olingan bo‘lib, Markaziy Osiyo daryolari o‘tadigan tez yuvuluvchan gruntlar hossalari, O‘zbekiston respublikasi xududida barpo etilgan suv omborlari Yuqori va Pastki b‘eflaridagi, daryo va kanallar o‘zanlaridagi, suv olish inshootlari yaqinidagi sohalarda o‘zandagi deformatsion jarayonlar, ularning fizik mohiyati, zamonaviy hisoblash va bashorat qilish metodlari va gidrodinamika qonuniyatlarini gidromorfologiya qonuniyatlari bilan birgalikda moslab qo‘llash tamoyillari, ularda qo‘llaniladigan nazariy, empirik va yarim empirik formulalar darslik mualliflari professor D.R.Bozorov va professor O.M.Orifjonovlarning bu yo‘nalishda olib borayotgan ilmiy izlanishlari va erishgan natijalariga asoslanib, ular tomonidan tayorlanib, darslikni texnika oliy o‘quv yurtlarida bugungi gidrotexnika va suv xo‘jaliga sohasi dolzarb muammolarini inobatga olib o‘rganishni programmalariga moslashtirildi.

Mualliflar darslikni sifatini oshishidagi beg‘araz maslahatlari va qimmatli fikrlari uchun taqrizchilar Toshkent Irrigatsiya va Melioratsiya instituti qoshidagi irrigatsiya ilmiy-tadqiqot instituti direktori o‘rinbosari, texnika fanlari doktori Ilhom Ernazarovich Maxmudovga va Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti «Gidrotexnika inshootlari» kafedrasini mudiri, dotsent Norqobil Raxmatovga, hamda darslikni nashrga tayyorlashdagi beg‘araz yordamlari uchun Toshkent irrigatsiya va melioratsiya institutining “Gidravlika” kafedrasini professor-o‘qituvchilariga samimiy minnatdorchiliklarini bildirishadi.

Shuningdek, mualliflar ushbu darslik birinchi marotaba davlat tilida yozilganligi sababli, tabiiyki, ba‘zi bir kamchiliklardan holi emasligini e‘tirof etgan holda, uning kelajakda sifatini oshirish maqsadida Siz bildiradigan e‘tiroz va takliflaringiz uchun oldindan o‘z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

O‘z takliflaringizni quyidagi manzilga yuborishingizni so‘raymiz:

*Toshkent shahri, akademik Qori Niyoziy ko‘chasi, 39-uy,
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari
Institute, «Gidravlika» kafedrasini*

Har bir inson faxr tushunchasini turlicha talqin qiladi:

Insonlar borki, turli qing'ir qiyshiq yo'llar bilan orttirgan matoh va boyliklari bilan faxrlanadi;

Insonlar borki, o'z do'stu yaqinlarini sotib, egallab turgan mansabi bilan faxrlanadi;

Insonlar borki, o'z farzandlarining yoki o'zining hayotda erishgan yutuqlari bilan faxrlanadi;.....

Bu ko'hna duyoda shunday insonlar yashashganki, o'z hayotlari davomida juda ko'pchilikka ilm-ziyo va hayotning barcha javhalarida ustozlik qilib, ilm berib, munosib shogirdlar qoldirib, oila va farzandlar tarbiyasida, hayot sinovlarining har qanday qiyin vaziyatlarida INSONIYlikni unutmazlikda o'rnak bo'lib hayot kechirishgan. Bunday insonlar bilan doimo barcha insonlar faxrlanishadi.

Aziz o'quvchi, ushbu qullanmada xuddi shunday INSONlar bo'lgan ustozlarimiz O'zandagi jarayonlarni gidravlika va gidromorfologiya qonuniyatlari bilan birgalikda ilmiy asoslab o'rganib, bir qancha daryolar o'zanlaridagi jaryonlarni fizik mohiyatini talqin etgan olim, akademik Amin Muxamedovich Muxamedov va O'zbekistonda Gidravlika fanining rivojlanishiga munosib hissa qo'shgan, kanallarni gidravlik eng qulay to'rg'un kesimga ega bo'lishini ta'minlaydigan hisoblash metodini yaratgan olim, «O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan Irrigator», «Xizmat ko'rsatgan dotsent»

Ramziddin Muhiddinovich Karimovlar porloq xotiralarini yod etgan holda ularning mehnatlari samarasidan foydalanildi.

Barchamizga hayotimiz davomida insoniy fazilatlarimiz hamisha hamroh bo'lsin.

Jonajon vatanimiz suv xo'jaligi juda murrakkab gidromeliorativ tizimga ega. Bu tizim zimmasida qariyb 4,3 mln.ga so'g'oriladigan erlarni suv bilan ta'minlash dolzarb vazifasi bo'lib, uning tarkibiga umumiy o'zunligi 180 tis.km dan ko'proq kanallar tarmog'i, 140 tis.km kollektor-drenaj tarmog'lari, 160 000 ga yaqin gitrotexnik inshootlar-bulardan 800 tasi yirik, yillik quvvati 8,2 mlrd.kVt bo'lgan 1588 nasos stansiyalari, umumiy sig'imi 19,8 mlrd.m³ 55 suv omborlari va 4100 skvajinalar kiradi.

Daryo yoki kanalning o'zanida yoki yaqin sohasida gidrotexnika inshootining qurilishi suv oqimining dinamikasini keskin o'zgarishga olib keldi. Ushbu

o'zgarishlar asosan, gidrotexnika amaliyoti uchun keskin salbiy oqibatlariga olib kelmoqda. Bu o'zgarishlarni oldindan bilish, ularni ekspluatatsiya jarayoni uchun foydali tomonlarini ta'minlash uchun daryo va kanallar, suv omborlaridagi suv oqimining dinamikasi va uning o'zani chegaralab turgan muhit bilan o'zaro ta'siri, asosiy omillari, suv oqimi gidrodinamik xarakteristikasi, o'zanlarning gidromorfologiyasi, o'zan bilan suv oqimi o'zaro ta'siri natijalari, oqim dinamikasining o'zgarishini o'zanga ta'siri va bu ta'sirni ekspluatatsiya jarayoni uchun keltirib chiqaradigan oqibatlarini o'rganish suv xo'jaligi soxasi mutaxassisining dolzarb muammosiga aylandi. Ta'kidlash lozimki, hozirgi vaqtda oliygohimizda asosan suv oqimi degan tushuncha toza suv sifatida qaraladi. Lekin gidrotexnika amaliyotida kamida ikki (suv-qattiq jism zarrachachi-nanos) yoki uch fazali suv oqim (suv+nanos va havo-aeratsiyalanish)i harakatlanishini e'tibordan chetda qoldirayotganligimizni e'tirof etishimiz mumkin.

Ta'kidlash kerakki, gidravlika - texnik gidrodinamika qonuniyatlarini ochiq o'zanlardagi oqim uchun qo'llashda murakkab muammolar yuzaga keladi. Chunki gidravlika tenglamalarini yechishda aniq o'zgarimas chegaraviy shartlar qabul qilinadi, lekin daryo o'zan va qayir oqimlari uchun bu shartlar o'zgaruvchan harakterga ega bo'ladi.

Qiziq bir vaziyat, Gidravlika masalalari bilan inson qariyb 600 yildan buyon shug'ullanib kelsada, hozirgi davrga kelib, daryo va qayir oqimlari gidravlikasini – o'zandagi jarayonlarni o'rganishni gidromorfologiya masalalari bilan birgalikda olib borishi kerakligi tobora yaqqol ko'rinib bormoqda. *Bu masala juda yuqori darajadagi murakkab lekin zamon talabidan kelib chiqib o'rganilish shart bo'lgan masaladir.* Chunki, bunda suv oqimining dinamik strukturasi qonuniyatlari o'rganilishi va ularni o'zan ko'rinishlari bilan bog'liqligi asoslanishi kerak.

Buyuk rassom Leonardo da Vinchi nafaqat rassom va balki o'z zamonasining yetuk muxandisi sifatida Italiyada juda ko'plab gidrotexnik muxandislik inshootlarini qurgan. Bu inson tatqiqotchilar gidravlik tatqiqotlarida behuda faraziy sxemalarga berilmasdan real ob'yektdagi holatga ko'proq e'tiborlarini qaratish kerakligini e'tirof etib, agar suv oqimini harakatini o'rganish kerak bo'lsa, dastlab uni kuzatish kerak va keyin fikrlash kerak degan mulohazani oldinga surib, juda ko'plab ochiq oqimlar muammolarini hal qilgan. Bu buyuk rassom ochiq o'zandagi oqim harakatini tavsiflab, *«o'zandagi jarayonlar» nazariyasi polk qo'mondini bo'lsa, amaliyot «askardir»* degan qiyoslashni qo'llagan.

Yana bir olim, Galiley esa bu borada fikr yuritganda *«koinotdagi turli osmon jismlarini harakatini o'rganish suv oqimini ochiq o'zanlardagi harakatini o'rganishga nisbatan kam qiyinchilik yaratadi»* deb e'tirof etgan.

Suv oqimining harakati dinamikasiga ta'siri va buning natijasida o'zandagi jarayonlarni yo'nalishini, jadalligini va ularning oqibati tafsilotlarini o'rganishda gidrodinamika qonuniyatlarini qo'llash bilan birgalikda gidromorfologiya asoslarini inobatga olish muammoni atroflicha asosli ravishda o'rganish imkoniyatini beradi.

Daryo va kanallar o'zanlarida kechadigan jarayonlarni va ularning o'zanda qurilgan inshootlar ta'sirida yo'nalishi, xarakteri va jadalligini o'rganish kelajakda suv xo'jaligi ob'ektlarida faoliyat ko'rsatuvchi mutaxassislar uchun juda katta yordam berishini va bo'lg'usi mutaxassis saviyasi bugungi gidrotexnikaning dolzarb yechimini ko'tayotgan muammosini yechishga etarli darajada oshishini inobatga olib, ushbu qo'llanma mualliflari Rossiya Davlat gidrometeorologiya universiteti Gidrometriya kafedrasini mudiri, geografiya fanlari doktori N.B.Barishnikov bilan hamkorlikda ilk bor davlat tilida ushbu qo'llanmani nashrga tayorlashdi. Darslikda morfologiya qonuniyatlari va «havza-oqim-o'zan» sistemasi tushunchalari asosan N.B.Barishnikov tomonidan 2006 yilda geograflarga va gidrologlarga mo'ljallab yozilgan «Rusloviye protsessi» darsligidan olingan bo'lib, Markaziy Osiyo daryolari o'tadigan tez yuvuluvchan gruntlar hossalari, O'zbekiston respublikasi xududida barpo etilgan suv omborlari Yuqori va Pastki b'eflaridagi, daryo va kanallar o'zanlaridagi, suv olish inshootlari yaqinidagi sohalarda o'zandagi deformatsion jarayonlar, ularning fizik mohiyati, zamonaviy hisoblash va bashorat qilish metodlari va gidrodinamika qonuniyatlarini gidromorfologiya qonuniyatlari bilan birgalikda moslab qo'llash tamoyillari, ularda qo'llaniladigan nazariy, empirik va yarim empirik formulalar darslik mualliflari professor D.R.Bozorov va professor O.M.Orifjonovlarning bu yo'nalishda olib borayotgan ilmiy izlanishlari va erishgan natijalariga asoslanib, ular tomonidan tayorlanib, darslikni texnika oliy o'quv yurtlarida bugungi gidrotexnika va suv xo'jaligi sohasi dolzarb muammolarini inobatga olib o'rganishni programmalariga moslashtirildi.

Mualliflar darslikni sifatini oshishidagi beg'araz maslahatlari va qimmatli fikrlari uchun taqrizchilar Toshkent Irrigatsiya va Melioratsiya instituti qoshidagi irrigatsiya ilmiy-tadqiqot instituti direktori o'rinbosari, texnika fanlari doktori Ilhom Ernazarovich Maxmudovga va Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti «Gidrotexnika inshootlari» kafedrasini mudiri, dotsent Norqobil Raxmatovga, hamda darslikni nashrga tayyorlashdagi beg'araz yordamlari uchun Toshkent irrigatsiya va melioratsiya institutining «Gidravlika» kafedrasini professor-o'qituvchilariga samimiy minnatdorchiliklarini bildirishadi.

Shuningdek, mualliflar ushbu darslik birinchi marotaba davlat tilida yozilganligi sababli, tabiiyki, ba'zi bir kamchiliklardan holi emasligini e'tirof etgan holda, uning kelajakda sifatini oshirish maqsadida Siz bildiradigan e'tiroz va takliflaringiz uchun oldindan o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

O‘z takliflaringizni quyidagi manzilga yuborishingizni so‘raymiz:
*Toshkent shahri, akademik Qori Niyoziy ko‘chasi, 39-uy,
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
«Gidravlika» kafedrası*

K I R I S H

Suv xo'jaligida suv resurslaridan foydalanishda ulardan foydalanish samaradorligini oshirish asosiy masalalardan biriga aylanib bormoqda, ayniqsa, Orol dengizi havzasidagi daryolarning suv resurslaridan samarali foydalanish dolzarb masaladir. Ko'p xolatlarda ulardan foydalanishda o'zanlarda qurilgan Gidrotexnik inshootlarning foydali ish koeffitsienti yuqori bo'lishi kerak. Bu mavjud Gidrotexnik inshootlarni qayta ta'mirlash zamon talabidir. Bu ishlarni sifatli amalga oshirish uchun ko'p fazali suv oqimi dinamikasi qonuniyatlariga antropogen ta'sirlarni bilishimiz shart.

Daryolarning holati Gidrotexnik inshootlar ta'sirida o'zgarib, Juda ko'p holatlarda misli ko'rilmagan darajada murakkablashib ketdi. Xususan, bu muammolar Amudaryo daryosining o'rta qismida o'tgan asrning 70 yillarida barpo etilgan to'g'onsiz Qarshi Magistral va Amu-Buxoro Mashina kanallariga suv olinadigan sohalaridagi planli va chuqurlik bo'yicha deformatsion jarayonlar, kanallar o'zanlaridagi suv miqdorini filtratsion jarayonda keskin kamayishi, Respublikamiz xududidagi deyarli barcha suv omborlari Pastki b'efilari chiqish kanallari o'zanlaridagi keskin salbiy o'zgarishlar, Oq-Qaradaryo Gidrouzeli Pastki b'efidagi mahalliy va umumiy deformatsion jarayonlarda keskin namoyon bo'lmoqda. Bundan tashqari Markaziy Osiyoning juda ko'p daryolari ular o'zanlarida irrigatsion va energetik maqsadlarda qurilgan suv omborlari ta'sirida boshqariladigan rejimga kirgan. Bu ham ular o'zanlarida keskin deformatsion jarayonlarni ro'y berishiga olib keldi. Daryo va kanallar o'zanlarida ro'y berayotgan jarayonlar, jadal keskinlashayotgan suv olish muammolar, Markaziy Osiyo regionining tog'li xududlarida jarayon jadalligini baholamasdan turli maqsadlarda suv ombor qurish uchun qilinayotgan savodsiz munosabatlar, suv xo'jaligimiz ob'ektlarida ro'y berayotgan favqulotda holatlardagi asossiz yechimlar barchasi suv oqimi va o'zan o'rtasidagi munosabatlar haqida nazariy va amaliy bilimlarimizning yetishmasligi natijasi sifatida asoslash mumkin.

Shu sababli o'zandagi jarayonlar bilan o'z davrida I.I.Levi, V.M.Loxtin, M.A.Losevskiy, N.S.Lelyavskiy, M.A.Velikanov, M.V.Potapov, V.N.Goncharov, I.V.Egizarov, V.M.Makkaveyev, N.I.Makkaveyev, G.I.Shamov, A.N.Gostunoskiy, S.T.Altunin, S.X.Abalyans, N.A.Rjanitsin, G.V.Jeleznyakov, N.E.Kondratev, A.V.Karashev, N.V.Grishanin, I.V.Popov, K.I.Rossinskiy, G.A.Fedotov, I.A.Kuzmin, V.S.Altunin, S.E.Mirxulava, Yu.A.Ibat-zada, N.F.Daneliy, I.L.Rozovski, I.F.Karasev, O.V.Andreyev, N.A.Mixaylova, N.S.Znamenskaya, A.M.Muxamedov, X.A.Irmuxamedov, X.A.Ismagilov, I.A.Buzunov, X.Sh.Shapiro,

V.S.Lapshenkov, D.B.Dmitriev, V.M.Lyaxter, A.N.Militeyev, V.M.Prudovskiy, B.L.Istoriq, G.L.Gladkov, va boshqa olimlar va yetuk mutaxassislar mukammal shug'ullanishgan.

Bu yo'nalishda juda ko'p nazariy va amaliy tatqiqotlar olib borilganligiga qaramasdan, uning murakkabligi va uning fazoda va vaqtda juda ko'p omillarga bog'liqligi sabab hozir davrgacha aniq amaliy yechim olinmagan.

Buning bosh sabablaridan biri daryo va kanal o'zanlarida ro'y berayotgan jarayonlarni o'rganishda texnik gidrodinamika sohasi mutaxasislari asosan gidrodinamika nuqtai nazaridan yondashishgan bo'lsa, geografiya sohasi mutaxasislari morfologik yondashuv bilan chegaralanishgan. Vaholangki o'rganiladigan ob'ektlardagi o'zan jarayonlarini o'rganishda har ikkala yondashuvlar birga qo'llanilgan taqdirdagina to'g'ri natijalar olinishini bugungi davrda o'tkazilayotgan tadqiqotlar natijalari ko'rsatmoqda.

Yuqoridagi masalalar yechimini topishni bugungi zamonaviy suv xo'jaligining dolzarb muammolari sifatida e'tirof etish mumkin.

Yuqorida zikr etilgan suv oqimi tarkibidagi qattiq jism zarrachalari-nanoslarning paydo bo'lishi mexanizmlari, harakatlanishi qonuniyatlari va ularning harakatlanishi dinamikasining o'zgarishini o'zanning qayta shakllanishiga ta'siri, tabiiy o'zgarishlar va gidromeliorati tizim va gidrotexnika inshootlari qurilishi natijasidagi antropogen ta'sirlar natijasini o'rganish va ularing barcha natijalarini ijobiy yechimi aniqlash orqali suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayoni uchun samarali foydalanish metodlarini ishlab chiqish «O'zandagi jarayonlar» fanining asosiy vazifasi hisoblanadi.

Bu fanni o'rganilishi bo'lg'usi mutaxasisga gidrotexnika amaliyotining suv oqimi va nanos, suv va o'zan o'rtasidagi o'zaro ta'sir qonuniyatlarini o'rganish, o'zandagi jarayonlarni oldindan bashorat qilish va bu munosabatlarni inshootlar ishlashiga salbiy ta'sirini bartaraf etish ko'nikmalarini beradi.

Ta'kidlash lozimki, «Gidravlika» fani ko'p fazali suv oqimining harakat qonuniyatlarini o'rganadi. Shu sababli, O'zandagi jarayonlar Gidravlika va muxandislik gidrologiyasi fanlarini asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida qaraladi. Har ikkala fanlarning asosiy qonuniyatlari Vektorlar algebrasi, Matematik tahlil, Fizika, Materiallar qarshiligi, Nazariy mexanika, qurilish mexanikasi, geografiya, gidrogogiya, gidrotexnika inshootlari qurilishi, suv xo'jaligi melioratsiyasi, suv resurslari, mustahkamlik va bardoshlik nazariyasi, gruntlar mexanikasi, gidromorfologiya, Kompyuter modellashtirish fanlari bilan uzviy bog'liklarda

o'rganiladi. O'zandagi jarayonlarni bashorat qilishda va hisoblashda qo'llaniladigan matematik modellashtirish metodlari kompyuterda modellashtirish atamasi bilan atala boshlanganligini mantiqiy asosli sababi bor. Matematik modellashtirishda asosan jarayonni hisoblash tenglamalarini yechish kompyuterning zimmasiga yuklansa, kompyuterda modellashtirishda barcha kerakli ma'lumotlar bazasini kompyuter yordamida tayyorlanib, uning yechimlari ham kompyuter yordamida ishlab chiqarishda faoliyat ko'rsatadigan muxandis yoki loyihalovchi uchun qulay ko'rinishda beriladi.

Yuqorida sanalgan fanlarning asosiy qismi Toshkent irrigatsiya va Melioratsiya institut suv xo'jaligi uchun mutaxassislar tayyorlaydigan fakultetlar talabalariga o'quv jarayonida beriladi.

«O'zandagi jarayonlar» Fanning ayrim tushunchalari O'zbekiston Davlat Milliy Universitet programmalarida beriladi, bu fanda o'zandagi jarayonlar bir necha yuz va ming yillik davrlardagi o'zgarishlarni qamrab olgan umumiy tushunchalar ko'rinishida beriladi. Lekin aynan bizning institutimiz Gidravlika fani Gidromelioratsiya va Gidrotexnika sohasi mutaxasisi uchun Daryo gidravlikasi nazariyasiga o'zviy bog'liq holda chuqurlashtirilgan holda beriladi. Bu fanning mantiqiy davomi sifatida O'zandagi jarayonlar antropogen ta'sirlar natijasida qisqa bir, besh, o'n yillik davrlarda keskin o'zgarayotgan o'zandagi jarayonlarni nazariy asoslari, Gidromeliorativ tizimlar va gidrotexnika amaliyoti bilan mustahkam bog'langan ko'rinishda berilishini davr taqazo qilmoqda. Chnki, o'zandagi jarayonlar bir necha yuz, ming yillab davrlarda ma'lum qonuniyatlar asosida takrolanib davom etishi o'rganilsa, Gidrotexnika amaliyotida antropogen ta'sir natijasida bu jarayon juda jadallashgan bo'lib, deyarli qaytarib bo'lmaydigan ko'rinish olmoqda. Shu sababli, O'zandagi jaryonlarni o'rganishda Suv xo'jaligi sohasiga xos bir necha yuqorida zikr etilgan omillar mavjud.

Yuqoridagi mulohazalarimizga asoslanib, o'zandagi jarayonlar fanining predmetini quyidagicha tavsiflashimiz mumkin: *Daryo o'zanida harakatlanuvchi suv oqimi va uni tashkil etuvchi gruntlarning o'zaro ta'siri natijasida ro'y beradigan vaqt davomida o'zgaruvchi deformatsion jarayonlarni, eroziya va yuvilish natijasida paydo bo'luvchi nanoslarni tashilishi va akkumulyatsiyasi jarayonini, fizik mohiyatini, asoslari va qonuniyatlarini o'rganuvchi va bu qonuniyatlarni kishilar jamiyatining ishlab chiqarish amaliyotida qo'llash uchun metodlar yaratuvchi fan o'zandagi jarayonlar deb yuritiladi.*

Ushbu darslikni nashrga tayyorlashda, Markaziy Osiyo va xususan O'zbekiston xududidagi Gidrotexnik inshootlar sohasidagi jarayonlar batafsil yoritilib, ularni aniqlovchi omillar, gidrologiya va morfologiya qonuniyatlari o'zaro bog'liqlikda,

mantiqiy ketma ketlikda berildi. O‘zandagi jarayonlar fanining nazariy asoslari Gidravlik kursida batafsil yoritiladi. Lekin, talaba bu sohadagi bilimlarini o‘zandagi jarayonlarga bog‘lab, uni chuqurlashtirilgan holda o‘zlashtirib, amaliy ko‘nikmalar hosil qilishi va mustaqil tarzda suv xo‘jaligimizni asosiy ob‘ektlaridagi mavjud muammolarni amaliy hal qilish bo‘yicha malakaviy bitiruv ishlarini bajarishi imkoniyatiga aynan ushbu darslikda berilgan tushunchalarni batafsil o‘rgangandan so‘ng ega bo‘ladi. O‘zbekiston suv xo‘jaligidagi amaliy muammolarni yechish imkoniyati yanada kengayadi.

O‘zandagi jarayonlar yo‘nalishini, jadalligini va ro‘y berish hajmlarini baholashda hozirgi davrda quyidagi ikki shartli yondashishga ajratish mumkin: gidrodinamik va gidromorfologik yondashuvlar prinsipial jihatlari bilan bir - biridan farq qiladi.

Gidrodinamik usul suv oqimi va nanoslar harakatini belgilovchi differensial tenglamalar sistemasiga asoslangan. Bularga suv oqimi va nanoslarning energiya saqlanish va massasi tenglamalari bo‘lib, asosan o‘zandagi deformatsion jarayonlarni hisoblashda keng qo‘llaniladi. Gidromorfologik usul esa o‘zanlar shakllarini paydo bo‘lishi sabablarini, ularning o‘zgarish jadalligi, bir necha davrdagi o‘zan ko‘rinishini o‘zgarishlari o‘rganishga asoslangan. Umuman har ikkala usul ham o‘zandagi jarayonlarni o‘rganishda qo‘llaniladigan masalaga qarab qo‘llanilishi mumkin. Masalan, mikro shakllar o‘zgarishini o‘rganishda gidrodinamik usuldan keng foydalanilsa, mezo va makro shakllar o‘rganilayotganda gidromorfologik usuldan keng foydalaniladi. Ta’kidlash lozimki, har ikkala yondashuv usuli ham ma’lum kamchiliklarga ega. Masalan, o‘zan va o‘zan qirg‘og‘iga yaqin suv bosadigan sohalar tuzilishini gidrodinamik usulda hisobga olish murakkab masala bo‘lsa, oqim kinematikasi va gidravlikasi gidromorfologik usulda inobatga olinmaydi.

O‘zandagi jaryonlar darsligi ushbu sohada yetarli amaliy tajriba va nazariy bilimlar, pedagogik tajribaga ega bo‘lgan, Amudaryo va Sirdaryo daryolarining o‘zanlarida barpo etilgan suv olish inshootlari sohasidagi o‘zandagi jarayonlarini o‘rganish ishlarda bir necha yillik dala ekspeditsiyasi tarkibida samarali faoliyat olib borishgan mutaxassislar tomonidan yozildi.

I-BOB. OQIM TARKIBIDAGI QATTIQ JISM ZARRACHALARINING PAYDO BO‘LISHI VA HARAKATLANISHI MEXANIZMI

1.1 Nanoslar va gruntlarning asosiy xarakteristikalari

Bizga ma'lumki dunyodagi barcha daryolar asosan deformatsiyalanuvchi o'zanlardan oqib o'tadi. Texnik dinamikaning Ochiq o'zanlar gidravlikasi kursidagi olgan bilimlarimizga asosan daryo o'zanining defomatsiyalanishi bu o'zanning yuvilishi yoki loyqa bosishi natijasidagi jarayonni tushunamiz. Buning natijasida o'zanning qayta shakllanishi amalga oshadi. Bu o'zgarish asosan o'zanni tashkil etuvchi gruntlar va suv oqimining uzoq vaqt davomida o'zaro ta'siri natijasida ro'y beradi. Suv oqimi va o'zanning o'zaro ta'siri o'zan qirg'og'i bilan tubining suv oqimi tezligi maydoniga ta'siri ko'rinishida namoyon bo'lib, u o'z navbatida o'zanning shakllanishiga yoki qayta shakllanishiga olib keladi. Ta'kidlash lozimki, Markaziy Osiyoning asosiy daryolari Amudaryo va Sirdaryo doimiy ravishda jadallashgan ko'rinishdagi qayta shakllanib turadi. Regionimiz daryolaridagi suv resurslari asosan irrigatsiya maqsadida qo'llanilishi va bu maqsadda ularning boshqarilishi oqimning gidrodinamik xarakteristikasini keskin o'zgarishiga olib keladi. Chunki, daryo o'zanida quriladigan har qanday gidrotexnik inshoot albatta oqim dinamikasiga keskin ta'sir ko'rsatib, o'zan bilan oqimning o'zaro ta'siri darajasini keskin o'zgartiradi. Bu o'zaro ta'sir davomida oqim o'z tarkibida deformatsion jarayon mahsuli bo'lgan qattiq jismlar zarrachalarini ham olib harakatlanadi. Bu qattiq jism zarrachalari asosiy texnik adabiyotlarda ***nanoslar*** deb yuritiladi.

Daryolar bir necha irmoqlar yig'indisidan iborat bo'lib, bu irmoqlar asosan tog'li xududlarda shakllanadi. Irmoqlarda harakatlanayotgan suv oqimining tezligi yuqoriligi, bularni tabiat haroratining keskin o'zgarishi natijasida eroziyalanayotgan turli tog' jinslari ustidan harakatlanib o'tishi uning o'z tarkibiga shu tog' jinslarini yemirilib tushib birgalikda harakatlanishiga olib keladi. Ularning o'lchamlari turlicha

bo‘lib, oqim tarkibida sirpanib yoki ag‘darilib harakatlana boshlaydi. Bu ko‘rinishdagi harakat amalga oshayotganda asosan ular tarkibidan ishqalanish natijasidagi zarrachalari ajralib borib, qirrali ko‘rinishdagi qattiq jism bo‘laklari silliqlashgan sirtli jinslarga aylana boshlaydi.

1-rasm.a Yemirilib suv oqimi tarkibiga tushgan qattiq jism bo‘laklari; b) Bir necha yuz kilometr masofani suv oqimi bilan bosib o‘tgandan keyin ularning ko‘rinishi.

Ajralgan tog‘ jinsining barcha xususiyatlarini saqlab qolgan turli o‘lchamlarga ega bu statik jism zarrachalari va silliqlashgan qoldiq bo‘laklar nanoslar hisoblanadi. Bundan tashqari suv oqimi tarkibiga shamol natijasida tashqaridan ham ma‘lum miqdordagi qattiq jism zarrachalari kelib qo‘shiladi. Ular ham suv oqimi tarkibidagi nanoslarni tashkil qiladi. Nanoslarni o‘rganishning amaliy va ilmiy ahamiyati shundan iborat. Nanoslarni o‘rganishda asosan ularni shartli ravishda mexanik va gidravlik xarakteristikalarini o‘rganiladi.

2. Nanoslar va gruntlarining mexanik xarakteristikalarini

Gruntlar va nanoslar oqim tarkibida asosan turli kattalik, zichlikka, shaklga va boshqa parametrlarga ega bo‘lgan zarrachalar aralashmasi ko‘rinishida harakatlanishadi. Bu aralashma tarkibi asosan daryo va uning irmoqlari o‘zani hamda qirg‘og‘ini tashkil etuvchi gruntlar, havzadagi tog‘ jinslari tarkibiga bog‘liq holda o‘rganiladi.

Aralashma tarkibidagi nanoslarning asosiy xarakteristikalarida biri bu ularning chiziqli o‘lchamini xarakterlovchi *o‘rtacha yirikligi*dir. U kattalik nanos zarrachasining o‘z o‘lchamiga mos keluvchi sharning diametri bilan tenglashtiriladi. Bu kattalik texnik adabiyotlarda $D(k)$ harflari bilan belgilanib, quyidagicha aniqlanadi:

$$D_i = \frac{\sum D_i P_i}{\sum P_i} = \frac{\sum D_i P_i}{100} \quad (1-1)$$

bunda D_i – fraksiyalar diametri, P_i – fraksiyalarning ogirlik miqdori, $P_i = 100\%$ – namuna ogirliги protsentda.

Nanoslarning yirikliги o‘rtacha muallaklashgan diametri bilan xarakterlanadi va u mexanik analiz yo‘li bilan aniqlanadi. V.N. Goncharov uni aniqlash uchun logorifmik shkalani taklif etgan (jadval 1.1). Lekin nanoslar xarakteristikasini aniqlashda va gidravlik hisoblar bajarilganda nafaqat ularning tarkibi va har bir fraksiya miqdorini balki suv oqimi harakatiga va nanoslarni tashilishiga ta‘sir ko‘rsatuvchi ularning xarakterli yirikliğini ham bilish kerak bo‘ladi. Buni turli tadqiqotchilar turlicha e‘tirof etishgan. Bir necha tadqiqotchilar bu kattalikni aralashma tarkibidagi eng yirik nanoslarning fraksiya miqdorini taklif etishgan. V.N. Goncharov - 5 (A_5), I. I. Levi – 10(A_{10}); (20 %, 30 %.). Bu kattaliklarning barchasi empirik xarakterga ega bo‘lib, ilmiy asosga ega emas.

Yana bir asosiy gunt va nanoslar hisobiy xarakteristikasi ulaning zichligidir - ρ . Zichlik kg/m^3 o‘lchov birligida o‘lchanib, grunt va nanoslr uchun o‘rtacha qiymati 2650 kg/m^3 ga teng deb qabul qilinadi. Tabiiy aralashmalar uchun $2450 - 2760 \text{ kg/m}^3$ da o‘zgaradi.

Jadval 1.1

Gruntlar nomi	Girish nuqta	o'lchami,		Girish tezligi, m/s (t=20)	Uzunlik, m	O'zgarish, %
		Dan -gacha	'rtacha			
Yil		0,00	0	0,	1	-
M		0,00	0	0,	2	70
O		0,01	0	0,	3	80
Yil		0,05	0	6,	6	90
M		0,15	0	34	2	11
		0,5-	1	0,	1	15
M		1,5-	3	0.	1	18
Yil		5,0-	1	0,	1	18
M		15,0	3	0,	1	20
Yil		50,0	1	1,	1	20

Barcha tabiiy grunlar va nanoslar shakliga qarab palaxsasimon (yirik bo'lak) va plastinkasimon grunlarga bo'linadi.

Bular suv oqimi tarkibida harakati davomida ishqalanish natijasida yallig'lanib, palaxsasimonlari shar yoki ellipssimon, a plastinksimonlari linza ko'rinishni egallaydi. Amaliyotda ellipssimoni ko'p uchrab, ularning yuzasini teng

sharlar yuzasiga nisbati 1,34 ga teng. Uzunliklari (l), kengliklari (b) va qalinliklari (h) ni shu shar diametri (D) ga nisbati quyidagichaligi aniqlangan:

$$\left(\frac{l}{D}\right)=1.39;\left(\frac{b}{D}\right)=1.05;\left(\frac{h}{D}\right)=0.72.$$

1.3. Nanoslar va gruntlarning gidravlik xarakteristikalari. Gidravlik kattalik. Loyqalanganlik.

Grunt va nanoslarning asosiy xarakteristikasi sifatida gidravlik kattalik va turbulent oqim tubidagi qo'zg'alish va surilish tezliklari qaraladi. Nanoslar asosan mexanik analiz usulida aniqlanadigan o'rtacha diametr qiymati bilan xarakterlanadi. Buning uchun ular fraksiyalarga bo'linib, xar bir fraksiyalarning grunt tarkibidagi og'irlik ulush miqdori % larda aniklanadi. Shunga asosan, shu nanoslarining oqim tarkibida muallaq xolatdagi xarakatga o'tishidagi muxim kattalik gidravlik kattalik tushunchasi kiritilib u W harfi bilan belgilanadi va tezlik o'lchov birliklarida o'lchanadi. *Gidravlik kattalik* deb, tinch xolatdagi suyuqlik tarkibida muallaq holatdagi nanosning cho'kish tezligi ekanligi bizga ma'lum. Nisbiy tinch holatdagi suyuqlik tarkibida cho'kayotgan grunt va nanos zarrachalari dastlab og'irlik kuchi ta'sirida tezlanma harakatlana boshlaydi, keyin bu kuch qarshilik kuchi bilan muvozanatlashib tekis harakat boshlanadi. Tezlashi masofasi uzunligi kichik qiymatga ega bo'ladi va grunt yoki nanos massasiga bog'liqdir. Asosan millimetrlarda o'lchanadi. Soha mutaxassislarini asosan mana shu tekis cho'kish tezligi qiziqtiradi bu gidravlik kattalikdir

I. Ivichich 1957 yildagi tadqiqotlari bilan gidravlik kattalikni grunt va nanos zarrachalarining shakliga bog'liqligini e'tirof etgan. Bu zarracha cho'kayotganda harakat yo'nalishiga eng katta kesimi perpendikulyar holatda bo'linishi bilan asoslanadi. Sharsimon va ellipissimon grunt va nanos zarrachalari harakat trayektoriyasi to'g'ri chiziqli bo'lsa, linzasion grunt va nanos zarrachalari siniq chiziq ko'rinishidagi murakkab traektoriyaga ega bo'ladi. Shu sababli, bunday grunt

va nanos zarrachalari orasiga uchun turlicha qiymatlarga ega bo‘ladi. Grunt va nanos zarrachalarining yirikligiga qarab ularning laminar, o‘tish, turbulent cho‘kish tartiblari mavjud (jadval. 1.2).

Grunt va nanos zarrachalarining turli tartibdagi gidravlik kattaligi

Xarakteristika	Tartibi)		
	Laminar	O‘tish	Turbulent
Tabiy nanoslarning yiriklik Apozoni $10^{-3}m$	<0,15	0,15-1,5	>1,5
Reynolds soni diapazoni Re_{ω}	<1,0	1,0-240	>240
Gidravlik kattalik proporsional			
a) zarra o‘lchami k darajasiga	2	1	0,5
b) Yonish oqlikning u darajasiga	-1	-1/3	0
v) zarracha va suv zichliklari raznosti plotnostey farqi $(r\backslash-r)$ darajasiga	1	2/3	0,5

Gidravlik kattalik bilan zarrachaning o‘lchami o‘rtasida ma’lum funksional bogliqlik mavjuddir. Faraz qilamiz, suvdagi kattik jism zarrachasi shar shaklida bo‘lsin. U suvda quyidagi kuch ta’sirida cho‘kishi mumkin.

$$P = \frac{1}{6} \pi D^3 g (\rho - \rho) \quad (1-2)$$

Bunda

D -zarracha diametri, g -ogirlik kuchi tezlanishi, ρ – nanoslar zichligi, ρ suv zichligi.

Cho‘kishga F kuch karshilik ko‘rsatadi. Laminar oqib o‘tish sharti

$\left(Re = \frac{WD}{\nu} < 1 \right)$ bajarilganda, bu kuch Stoks formulasiga asosan aniklanadi. Stoks

formulasi real suyakliklarning xarakati differensial tenglamasidan olinganligi bizga ma'lum

$$F = 3\pi\mu DW \quad (1-3)$$

Bunda, μ - dinamik yopishkoklik koeffitsienti, D – zarracha diametri, W – gidravlik kattalik.

Nihoyatda kichik diametrli zarrachaning cho'kishida, cho'kish tezligining sekinligi sababli, ogirlik kuchi tulanishini inobatga olmasdan, xarakatni tekis deb qabul qilish ummkin. Bunday xolatda $P=F$ deb xisoblab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$W = gD^2 \frac{\rho - 1}{18\nu} \quad (1-4)$$

λ - kinematik yopishkoklik koeffitsienti.

Tajribalar natijasiga asosan, ta'kidlash mumkinki, diametri $D < 1.1$ mm bo'lgan nanoslar uchun shu formulaga asosan, gidravlik kattalikni aniqlash mumkin. Lekin $D > 0,1$ mm nanoslar uchun bu ifoda to'g'ri natija bermaydi (1-3) formulani bunday xolat uchun qarshiliklar qonuniyatini qo'llab bo'lmaydi deb xulosa kilish mumkin.

Bunday xolatda professor M.A.Velikanov va professor A.N.Zegjda tomonidan tajribalar asosida taklif etilgan empirik formuladan foydalanishimiz mumkin:

$$W^2 = gD \frac{\rho - 1}{B} \quad (1-5)$$

Bunda,

$$B = 0,21 + \frac{9}{Re} + \frac{3,38}{\sqrt{\arctg Re}} \quad (1-5)$$

$$Re = \frac{W \cdot D}{\nu} \quad (1-6)$$

Bu formuldan gidravlik kattalik tanlab olish usulidan foydalanib aniklanadi. Bundan tashkari gidravlik kattalikni B.V.Arxengelskiy shkalasi yordamida xam aniqlash mumkin. Gidrotexnik inshootlarni loyixalash tartibi me'yorlari va texnik shartlari (TUiN)da quyidagi jadval yordamida kattalikni aniklash taklif etilgan.

1.3 Jadval

D, <i>mm</i>	W, <i>mm</i>	D, <i>mm</i>	W, <i>mm</i>	D, <i>mm</i>	W, <i>mm</i>	D, <i>mm</i>	W, <i>mm</i>
0,01	0,007	0,35	3,78	0,90	8,75	3,25	20,10
0,03	0,062	0,40	4,32	0,95	9,06	3,50	20,85
0,05	0,178	0,45	4,86	1,00	9,44	3,75	21,55
0,08	0,443	0,50	5,40	1,24	11,50	4,00	22,25
0,10	0,692	0,55	5,94	1,50	12,56	4,25	22,95
0,13	1,160	0,60	6,48	1,75	13,92	4,50	23,65
0,15	1,557	0,65	7,02	2,00	15,29	4,75	24,30
0,18	1,740	0,70	7,32	2,25	16,62	5,00	24,90
0,20	2,16	0,75	7,70	2,50	17,65		
0,25	2,70	0,80	8,07	2,75	18,50		
0,30	3,24	0,85	8,40	3,00	19,25		

Nanoslari turli o'lchamga ega bo'lganligi sababli, turli fraksiyalar turlicha gidravlik kattalikka egadir. Geometrik nuqtai nazaridan nanoslar o'z diametrining o'rtacha qiymatlari bilan xarakterlanadi. Gidravlik nuqtai nazaridan esa nanoslar o'rtacha muallaqlashgan gidravlik kattalik bilan xarakterlanadi. Bu kattalik o'rtacha arifmetik ko'rinishda quyidagicha aniklanishi mumkin:

$$W = \left(\frac{W_1 + W_2}{2} \right) \quad (1-7)$$

Bundan tashqari o'rtacha geometrik shaklda ham uni aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$W = \left(\frac{W_1 + W_2 + \sqrt{W_1 W_2}}{3} \right) \quad (1-8)$$

Bunda, W_1, W_2 -kattaliklar qiymati nanoslarning qaralayotgan fraksiyadagi eng katta va eng kichik qiymatlariga mos keladi.

Har bir alohida olingan nanoslar fraksiyalarining gidravlik kattaligiga asosan bu kattalikning o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$W = \frac{\sum W_i p_i}{100} \quad (1-9)$$

Bunda, p_i -alohida fraksiyaning og'irlik bo'yicha protsent miqdori.

V.V. Romanovskiy laminar tartibdagi harakatda o'z hajmi bilan taqqoslash mumkin bo'lgan suyuqlikni ham oli harakatlanishi mumkinligini isbotlagan. Tezlik chukish tezligida nolgacha o'zgarishi e'tirof e'tilgan.

Turbulent tartibda chukayotgan grunt yoki nanos zarachlari uchun gidravlik kattalikni V.N.Goncharov quyidagi ko'rinishda aniqlashni taklif etgan:

$$\omega = \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1,75\rho}}$$

Romanovskiy eksperimental tatqiqotlar natijasida zarracha shakli gidravlik kattalikka faqat turbulent tartibdagi cho'kishda ta'sir qilishini e'tirof etgan:

$$W = \alpha \theta^{0.6} \sqrt{\frac{(\rho - \rho)D}{\rho}} \quad (1-10)$$

θ -zarrach shakli parametri; α -proporsionallik ko'effitsienti.

O'tish sohasi uchun V.N.Goncharov gidravlik kattalikni quyidagi formula yordamida aniqlashni taklif etgan:

$$W = 0,08D\sqrt[3]{\frac{(\rho - \rho_0)^2 g^2}{\rho\mu}} \lg 83 \left(\frac{D}{D_0}\right)^{1-0,037t} \quad (1-11)$$

$D_0 = 0,0015$ m; t — suv harorati, °S.

Sobiq ittifoq davlatlarida gidravlik kattalikni aniqlashda V.N.Goncharovning quyidagi ko'rinishdagi formulalaridan foydalaniladi:

- 1) Diametri 0,20 mmdan kichik nanoslar uchun: $W = 0,66D^2$;
- 2) Diametri 0,20-1,5 mm nanoslar uchun: $W = 0,11D^{1,04}$;
- 3) Diametri 1,5 mmdan yuqori nanoslar uchun $W = 0,134D^{0,5}$;

Yuqorida e'tirof etilganidek, gidravlik kattalik nanoslar miqdorini va transportini hisoblashda asosiy masala hisoblanishini e'tirof etgan holda uni aniqlashni umumlashgan yagona formula shaklida ifodalash maqsadida turbulent aralashish koeffitsientini kiritamiz:

$$\varphi = \frac{W}{W} \quad (1-12)$$

φ -turbulent aralashish koeffitsienti; w -turbulent harakatagi gidravlik kattalik;
 W -ixtiyoriy harakatagi gidravlik

$$W = \frac{1}{\varphi} \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho_0)D}{1,75\rho}}$$

kattalik. Bunga asosan, gidravlik kattalik $\varphi \geq 1,0$ qiymatda bo'lishi e'tirof etish mumkin.

Nanoslari 4-5 fraksiyaga bo‘lib olinib, xar bir fraksiya uchun yukorida keltirilgan formula va jadvallar yordamida gidravlik kattalik kiymati aniklanadi. Xar bir fraksiya gidravlik kattalikni o‘rtacha arifmetik yoki o‘rtacha geometrik kiymatlar xisoblanadi. W -gidravlik kattalik. Oqim tarkibida muallaqlashuvchi nanoslarning gidravlik kattaligining maksimal qiymatlarini bilish, o‘zanda ro‘y beruvchi deformatsion jarayon (yuvilish yoki loyqa bosish) larning xarakterini aniqlash imkonini yaratadi. Bu W kattalik,

$$W = k \sqrt{gRi} \quad (1-13)$$

formula bilan aniqlanadi. Bunda, k tadqiqot yo‘li bilan aniqlanuvchi kattalik bo‘lib, tuli qiymatga ega bo‘lishi mumkin. Masalan, Amudaryo uchun 0,6-0,8 ga tengligi K.I. Baymanov tomonidan aniqlangan.

Nanoslar chuqurlik bo‘ylab notekis taqsimlangan bo‘lib, satxda eng kam miqdorni, tubga yaqin esa eng ko‘p miqdorni tashkil qiladi.

Ularning o‘lchami, hajmiy ogirligi va suvdagi xarakati asosiy xarakteristikasi xisoblanadi. Suv oqimi tarkibidagi muallaq qattik jism zarrachalari-nanoslarning birlik hajmdagi ogirlik yoki hajmiy miqdori **loyqalanganlik** deb yuritiladi. Loyqalanganlik kg/m^3 yoki g/sm^3 o‘lchov birliklarida o‘lchanadi. Loyqalanganlikning eng katta maksimal qiymati oqimning tashuvchanlik qobiliyatiga qiymat jihatdan mos keladi. Shu o‘rinda oqimning tashuvchanlik qobiliyatini yoki maksimal loyqalanganlikni aniqlashga doir tadqiqotlar natijalariga asosan olingan empirik bog‘liqliklarni bir nechasini keltirishimiz mumkin:

Gidravlik kattalikning $0,0004 \leq W \leq 0,0007$ qiymatlari uchun A.N. Gostunskiy formulasi:

$$S_T = \rho_M = 3300 \frac{h^{0.5} J^{1.5}}{W} \quad (1-14)$$

Bunda, h - o‘rtacha chuqurlik, m; J - oqim erkin sirti nishabligi; S_T g‘oqimning tashuvchanlik qobiliyati; ρ_M - okining loyqalanganligi maksimal qiymati; W - gidravlik

kattalik.

2.Markaziy osiyo sharoitida qurilgan suv tindirgichlar uchun olingan A.G.Xachatryan formulasi:

$$S_T = \rho_T = 200u \left(\ln \frac{u}{W_1} - \frac{u - W}{u} \right) \quad (1-15)$$

Bunda, u nanosning oqim tarkibida muallaqlashishiga mos keluvchi o'rtacha tezlik:

$$u = 0,065 \frac{\sqrt{un}(\nu - 0,05)}{R^{1/3}} \quad (1-16)$$

Bunda, n -g'adir-budurlik koeffitsiengti, R -gidravlik radius; ν o'rtacha tezlik; W_1 -quyidagi formula asosida aniqlanadigan qaralayotgan nanoslarning gidravlik kattaligining eng kichik qiymati:

$$\left(\ln W_1 - \frac{W_1}{W_{1+n}} \right) (1 - \rho_1) = \ln W_2 - \frac{W_2}{W_{1+n}} - \rho_1 (\ln W_{1+n} - 1) \quad (1-17)$$

Bunda, W_2 qichik fraksiyali nanoslarning gidravlik kattaligi katta qiymatlari; ρ_1 -mayda fraksiyali nanoslarning miqdori; $W_{1+n} = u$ -berilgan nanoslar tarkibi uchun eng katta gidravlik kattalik.

1.4. Ikki fazali oqimlar. Grunt zarrachalari va nanoslarning turbulent oqim tarkibidagi harakatlari.Siqilgan holdagi vaziyatda oqim harakati

Agar suyuqlik oqimi tarkibida

a) muallaq holatdagi, hajmiy og'irligi suyuqlik zarrachasidan kichik yoki katta qattiq jism zarrachasi(nanos);

b) boshqa suyuqlikning yengilroq yoki og'irroq zarrachasi;

v) gaz pufakchalari bo'sh yoki to'yingan (bug' bilan) holda bo'lsa, bunday oqimlar *ikki fazali oqimlar* deyiladi.

Ikki fazali oqimlar gidrotexnika amaliyotida ko‘p uchraydi; muallaq holatdagi qattiq jism zarrachalari bilan harakatlanayotgan oqim – (nanos) loyqali oqim, muz kristallari, aeratsiyali oqim va h.k.

Bu ikki fazali oqimlar bir yoki ko‘p fazali oqimlar kabi ikki xil bo‘lishi mumkin.

1. Nonyuton suyuqliklar. Bularda τ urinma kuchlanishlar Nyuton qonuniyatiga bo‘ysunmaydi.

$$\tau = \eta \left(\frac{du}{dn} \right) \quad (1-18)$$

Bu yerda: k – birdan farqli son

η – dinamik yopishqoqlik koeffitsienti.

$\frac{du}{dn}$ – tezlik gradiyenti.

2. Anomal suyuqliklar bularga sel oqimlari misol bo‘la olishi mumkin.

Bunda urinma kuchlanishlar:

a) Bingam ifodasi

$$\tau = \tau' + \eta \frac{du}{dn} \quad (1-19)$$

b) Shvedov ifodasi

$$\tau = \tau' + \eta \left(\frac{du}{dn} \right)^e \quad (1-20)$$

yordamida aniqlanadi.

Gruntni suv bilan mexanik aralashmasi mexanik qorishma (smes) deb ataladi. agar bu oqim ko‘rinishda bo‘lsa, u nanosni muallaq olib yuruvchi oqim deyiladi. (vzvesenesushiy). Agar oqim tarkibida qattiq jism zarrachalari ko‘proq bo‘lsa, u

gidroqorishma (gidrosmes) yoki pulpa – quyqa deyiladi. Bunday oqimlarni o‘rganayotganda, quyidagilarni farqlash kerak:

a) o‘zan yuvilishga moyil, oqim tezligi oshsa, u yuvilishi mumkin;

b) o‘zan yuvilmaydi, masalan maxsus beton qoplama bilan qoplangan yoki o‘zan skalali joydan o‘tadi.

O‘zan o‘tadigan gruntlar ham ikki guruhga bo‘linadi:

a) yopishqoq (svyazannie) gruntlar. Gruntlar bir-biriga yopishgan bo‘ladi, xuddi yelimplangandek, masalan tuproq.

b) yopishmas (sipuchie) gruntlar. Qum, graviy.

Qattiq jism zarrachalarini muallaq olib yuruvchi ikki fazali oqimni o‘rganishda katta amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan quyidagi masalalarni hal qilishga to‘g‘ri keladi:

1. Loyqa bilan turli darajada to‘yingan holda harakatlanayotgan gidroqorishma naporining yo‘qolish kattaligi;

2. Oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini baholash, o‘zanning yuvilishi mumkinligini, yuvilish tezligi qiymatini va yuvilish kattaligini aniqlash;

3. Oqimning loyqalanish qobiliyati, ya’ni o‘zanni loyqa bosishi va loyqa bosish tezligini aniqlash;

4. Oqimning grunt zarrachalarini tashuvchanlik qobiliyati, ya’ni uning o‘z tarkibida qattiq jism zarrachalarini cho‘ktirmasdan olib o‘tishi, tezlikning chegaraviy qiymati.

2, 3 masalalar bilan quyidagi masalalarni hal qilishda duch kelamiz:

- Kanallarda oqim tarkibidagi loyqa zarrachalarini cho‘ktirish uchun quriladigan tindirgichlarni loyihalashtirishda;

- Mahalliy yuvilishlar paydo bo‘ladigan to‘g‘on, ko‘prik ustunlari va boshqalarni loyihalashtirishda;

- Daryolar o‘zanlarini qayta shakllanishi (deformatsiya)ni tahlil qilishda;

- Suv omborlarini loyqa bosishini tahlil qilishda.

Suv oqimi tarkibida xarakterlanadigan kattik jism zarrachalari –nanos deb atalishi bizga ma'lum. Ularni shartli ravishda uzan tubida *surilib harakatlanadigan va muallak holatda* harakatlanadigan nanoslarga bo'lib o'rganiladi.

Tabiiy uzanlarda bu nanoslar o'zanga tushayotgan suv oqimining gruntlarni yuvishi yoki o'zan kirgoklari va tubining yuvishi natijasida paydo bo'lishi mumkin.

Albatta, bu nanoslarning o'zanlarga nima ta'siri bor yoki kishilar jamiyatida oqimlardan foydalanishga ta'sir ko'rsatadimi degan tabiiy savol tug'iladi. Xa, deb ishonch bilan aytishimiz mumkin. Masalan, suv oqimi bilan nanos o'zanga ta'sir etib, uni eroziyasini tezlashtiradi. Kanallarda chiqib, uning o'tkazuvchanlik qobiliyatini kamaytiradi, suv omborlarida ularning cho'kishi, ularning ko'milib, foydali hajmlarini kamayishiga olib keladi, tabiiy o'zanlarning ularning cho'kishi u portda suzib xarakterlanuvchi transport faoliyatini qiyinlashtiradi, gidrotexnik inshootlarning pastki va yuqorigi b'eflarida deformatsion jarayonlarga sababchi bo'ladi va bu inshootlarning ishonchligi va turg'unligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin va xokazo.

Bu cho'kishlarning oqim tarkibida paydo bo'lishini oldini olishning turli usullari mavjud. Buning uchun oqim tarkibidagi loyqaning xarakter konuniyatlarini yetarli darajada bo'lishi kerak, umuman, gidrotexnika amaliyotida loyqaning kamayishi inshootlar ishlashi jarayonida ishlash muddatini uzaytirib, ularning inshootlarga zararli ta'sirini kamaytirishini e'tirof etish mumkin.

Umuman, nanoslarning turbulent oqim tarkibidagi harakati mexanizimi bugungi kunda yetarli darajada o'rganilmagan. Lekin daryo va kanallar o'zanlaridagi jarayonlarni o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijasiga asoslanib ta'kidlash mumkinki grunt va nanoslarning oqim tarkibida muallaqlashishi asosan bu massaning gidravlik kattalikdan katta yoki teng tezlik bilan vertikal yo'nalishdagi

harakati natijasida amalga oshadi.

Bu masalani o'rganishda aerodinamik quvurlardan foydalanilgan. Vertikal vaziyatda o'rnatilgan aerodinamik quvurlarga turli masofalarda havo tezligini rostdash uchun panjaralar o'rnatilib, gorizontal vaziyatda joylashgan panjaralarning katakchalari o'lchami ular ustiga sepiladigan grunt va nanos zarrachalari o'lchamlaridan kichik qilib tayyorlangan. Quvurga kirayotgan havoning tezligi shunday kattalikka ko'tarilganki, bunda panjaraga sepilgan, ma'lum bir konsentratsiyaga ega grunt va nanos zarrachalarining asosiy qismi muallaq vaziyatda joylashgan. E'tirof etish kerakki, birlik suv hajmidagi grunt va nanos miqdori ularning konsentratsiyasi deyiladi. Birlik Tezlikning pulsatsion (tebranma) xarakterga ega bo'lganligi sababli, zarrachalarning ma'lum miqdori yuqoriga havo bilan chiqib ketgan.

D.Mind va S.Shubert tomonidan o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasiga asosan aerodinamik quvurga berilayotgan havoning tezligi panjaralarga sepilgan grunt va nanos zarrachalari konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlangan.

Buni isbotlash uchun grunt va nanos zarrachalari sepilgan reshetkaning pastki va yuqori qismida kesimlar tanlab olamiz. Tabiiyki pastki qismda zarrachalar mavjud emas, yuqori qismda zarrachalar mavjud. Bu ikkala kesim uchun uzluksizlik tenglamasini yozamiz:

$$\nu_1 \cdot F = \nu_2 F(1 - S)$$

Bunda, $\nu_1; \nu_2$

Mos ravishda pastki va yuqorigi kesimdagi toza havo va havo bilan aralashgan grunt, nanos zarrachalari oqimi o'rtacha tezligi;

F -aerodinamik quvvur kundalang kesimi yuzasi; S -birlik hajmdagi grunt va nanos zarrachalari miqdori konsentratsiyasi.

Bundan, quyidagi ifodani yozamiz:

$$v_1 = v_2(1 - S)$$

Ya'ni, $\frac{v_1}{(1 - S)} = v_2$, aralashmali oqim tezligini gidravlik kattalikka

tenglab ($v_2 = W$) xulosa qilish mumkinki, oqimning siqilib harakatlanish sharoitida zarrachalarning muallaqlashishi uchun alohida zarrachaning muallaqlashishiga nisbatan kichik o'rtacha tezlik mavjud bo'lar ekan.

V.N.Goncharov o'zining ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlari natijasiga asoslanib, ($S \leq 0.3$) konsentrsiyali oqimlar uchun aralashmali oqimning o'rtacha tezligini aniqlash formulalarini quyidagi ko'rinishlarda ifodalagan:

A) turbulent tartibda harakatlanayotgan zarrachalar uchun:

$$v_2 = (1 - 1.42 \cdot S) \cdot W$$

B) laminar tartibda harakatlanayotgan zarrachalar uchun:

$$v_2 = (1 - 2.47 \cdot S) \cdot W$$

Alohida zarrachalar uchun ($S \rightarrow 0$)

aralashmali oqim tezligi gidravlik kattalikka

teng ($v_2 = W$).

Demak, grunt va nanos zarrachasini muallaq vaziyatini saqlash uchun aralashmali oqim tezligi gidravlik kattalika teng bo'lishi kerak.

1.5. Qattiq jism zarrachalarining o'zan tubidan qo'zg'alish va o'zulishiga mos keluvchi kritik tezliklar. Daryo va Kanal o'zanlarida harakatlanayotgan suv oqimi tezligining yo'l qo'yiladigan chegaraviy qiymatlari

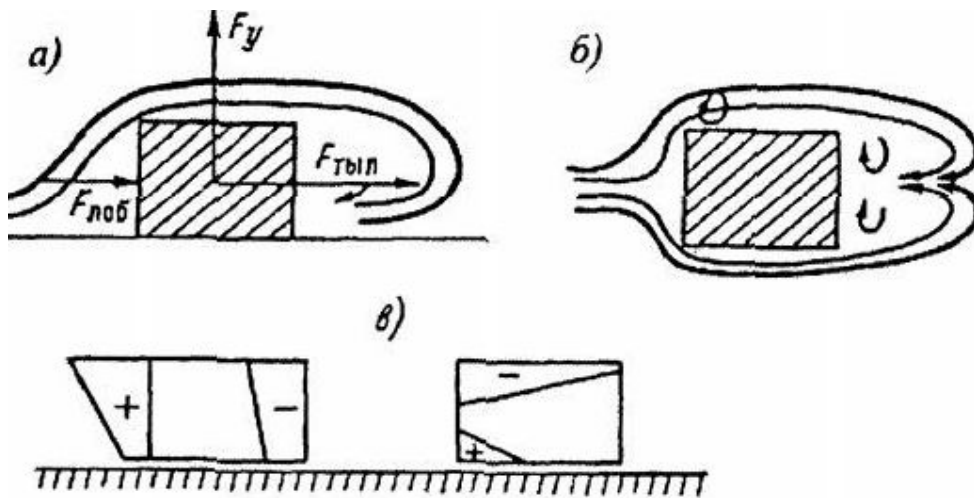
Grunt va nanos zarrachalarining gidravlik xarakteristikalaridan yana biri ularning o'zan tubidan qo'zg'alish va o'zilishi kritik tezliklaridir. O'zan tubidagi

yopishmas grunt zarrachasiga uni oqim aylanib o'tishida paydo bo'ladigan gidrodinamik kuchlar ta'sir etadi (F): $F = \alpha \cdot \rho \frac{u_{\Delta}^2}{2}$

u_{Δ} -g'adir-budur tepalikchasi ustidagi oqimning mahalliy tezligi.

Quyidagi rasmda ifodalanganidek kub shakliga ega deb, faraz qilinayotgan o'zan tubidagi zarrachaga ta'sir etayotgan kuchlarni qarab chiqamiz.

Zarrachaga ta'sir etayotgan gidrostatik kuch kattaligi undan yuqoridagi suyulik og'irligiga teng. Shuningdek, zarrachaning o'lchami nihoyatda kichik bo'lganligi sababli, uning atrofidagi va ichki qismiga ta'sir etuvchi gidrostatik kuchlar bir biriga teng bo'lganligi sababli, ularni inobatga olmaymiz. Asosan zarrachani aylanib oqib o'tayotgan gidrodinamik kuchlar ta'siriga e'tiborni qaratamiz.



1.5.rasm. Kubik shaklidagi zarrachani suv oqimi aylanib oqib o'tishi sxemasi:a) yon tomondan; b)yuqoridan; v) Gidrodinamik kuchlarning taqsimlanishi sxemasi.

Ta'sir etayotgan gidrodinamik kuchlarni yozamiz:

$$F = F_{\text{d}} - F_{\text{st}}$$

Bunda, $F_{\text{d}}, F_{\text{st}}, F_{\text{g}}$ - mos ravishda grunt va nanos zarra chasiga ta'sir etuvchi to'liq, gidrodinamik va gidrostatik bosim kuchlari. Dinamik kuchni paydo bo'lishini oqim zarrachani aylanib o'tishi jarayonida qiyalanishi bilan tushuntirish mumkin. O'zan tubida joylashgan zarrachaning oldingi va yon qirralariga musbat bosim ta'siri bo'lib, ichki qismida vakuum paydo bo'lishi rasmdagi sxemadan ko'rinib turibdi.

Old tomon va ichki tomondagi kuchlar yig'indisi qo'zg'alish kuchlari F ni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu tomonlarga ta'sir etuvchi naporlar farqi hisobiga kubik shakldagi zarrachaning ostki tomoni va o'zan tubi oralig'ida oqim harakati yuzaga keladi. Old tomondagi bosim ichki tomondagi bosimdan yuqori bo'lganligi uchun ostki tomonga bo'lgan bosim musbat kattalikka ega bo'ladi.

Oqimning kubik zarra qarshiligi hisobiga qiyalanishi oqim siqilib, zarra ustki sirtida manfiy gidrodinamik bosim paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Bunda paydo bo'ladigan kuch kutaruvchi kuch- F deb ataladi va vertikal yo'nalishda yuqoriga yo'naladi. Demak, suv oqimi ostidagi har qanday grunt va nanos zarrasi uchta kuch ta'sirida bo'ladi, bular qo'zg'alish kuchi- F , ko'taruvchi kuch- F va og'irlik kuchi - G . Bu holatda yopiqmas grunt qaralganligi uchun molekulalar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchi inobatga olinmaydi.

Yopiqmas grunt zarrachalarining turg'unlik sharti quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$F = (G - F_{\text{d}}) \cdot f \cdot k$$

Bu tenglamani momentlar orqali yozamiz:

$$F l_x - F l_y = G \cdot l \cdot k_2$$

Bunda, f -zarrachaning o'zan tubiga ishqalanish koeffitsienti;

$l_x; l_y$ - mos ravishda qo'zg'alish, ko'taruvchi og'irlik kuchlar yelkalari.

$k_1; k_2$ - turg'unlik koeffitsientlari; Zarraning noturg'un holatida $k_i > 1.0$, muvozanat holatda $k_i = 1.0$; turg'un holatda $k_i < 1.0$

Olingan so'ngi tenglamalardan suv oqimining kritik chuqurligini aniqlashda keng qo'llaniladi. Masalan, grunt zarrachasining muvozanat $k_i = 1.0$ holati uchun ta'sir etuvchi kuchlarni yozib olamiz:

$$F_x = \rho \lambda_x \alpha_x D^2 \frac{u_{\Delta}^2}{2}; F_y = \rho \lambda_y \alpha_y D^2 \frac{u_{\Delta}^2}{2}; G = \alpha_1 (\rho - \rho) g D^3.$$

Kuchlar yelkasini zarracha yirikligi orqali ifodalasak,

$$l_x = \alpha_2 D; l_y = \alpha_3 D; l_z = \alpha_4 D;$$

Ta'sir etuvchi kuchlar momentlari yig'indisini quyidagicha ifodalaymiz:

$$\rho \lambda_x \alpha_x D^2 \frac{u_{\Delta}^2}{2} \cdot \alpha_2 D + \rho \lambda_y \alpha_y D^2 \frac{u_{\Delta}^2}{2} \cdot \alpha_3 D = \alpha_1 (\rho - \rho) g D^3 \alpha_4 D;$$

Tenglamalardagi barcha koeffitsientlar ($\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \lambda_x; \lambda_y; \lambda_z$) ni umumlashtiramiz:

$$\alpha_0 = \frac{(\alpha_2 \lambda_x + \alpha_3 \lambda_y)}{\alpha_1 \alpha_4}$$

Bu belgilashni inobatga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\alpha_0 \frac{u_{\Delta}^2}{2} = \frac{(\rho - \rho) g D}{\rho}$$

O'zan tubiga yaqin sohadagi mahalliy tezlikni kritik qiymatiga tenglab, uni oqim o'rtacha tezligi orqali ifodalaymiz:

$$u_{\Delta} = \frac{1.25 \cdot v}{\lg\left(\frac{h}{\Delta}\right)}$$

$$v = 4 \lg\left(\frac{6.15h}{\Delta}\right) \sqrt{2ghI}$$

Suv oqim sathi nishabligi I -harfi bilan belgilanib, $\alpha = 1.25^2 \alpha_0$ deb qabul qilsak, oqim o'rtacha tezligini o'rtacha qiymatini aniqlashning hisobiy formulasini qo'yidagi ko'rinishda yozamiz:

$$v = \lg\left(\frac{6.15h}{\Delta}\right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{\alpha\rho}}$$

Formulada α -eksperimental tatqiqotlar yo'li bilan aniqlanadi. Gidrotexnika amaliyotida asosan, oqim o'rtacha tezligining ikki chegaraviy kritik qiymati qabul qilinadi.

O'zan tubi va qirg'oqlaridagi qattiq devor zarrachalarining oqim tomonidan uning gidrodinamik xarakteristikasi o'zgarishi natijasida o'zgarayotgan ko'taruvchi kuchlar ta'siri oshishi natijasida oqim tarkibiga qo'shilib, harakatlanib ketish jarayonini daryo yoki kanallar o'zanlarining **yuvilishi** deyiladi. Loyixalashtirish jarayonida oqim o'rtacha tezligining shunday eng katta qiymatini qabul qilish kerakki, bunda o'zanda yuvilish jarayoni sodir bo'lmasligi kerak. Bunda kutaruvchi kuchlarning eng katta pulsatsion kattaliklari grunt zarrasining og'irligiga teng yoki undan kichik bo'lishi kerak. Oqim o'rtacha tezligining bunday qiymati – oqim o'rtacha tezligining birinchi chegaraviy kritik qiymati - **yo'l qo'yiladigan yuvilmas tezlik** deb ataladi. Suv oqimining gidrodinamik xarakteristikasi o'zgarishi natijasida tarkibidagi qattiq jism zarrachalarining cho'kishi va o'zan tubi belgisining ko'tarilishi daryo va kanal o'zanlarinig **loyqa bosishi** deb yuritiladi. Bu jarayonlarning oldini olish maqsadida gidrotexnika amaliyotida ularning boshlanishini xarakterlovchi kattaliklar sifatida oqim o'rtacha tezliklarining ma'lum kattaliklari qabul qilinadi.

Oqim o'rtacha tezligining loyqa yuvish jarayoni boshlanmaydigan grunt zarrachasining muvozanat holatiga mos keluvchi eng kichik tezligi *loyqa bosmas tezlik* deb ataladi va v harfi bilan belgilanadi. Bu kattalik oqim kritik tezligining ikkinchi tezligi sifatida e'tirof etiladi.

O'zanda loyqa bosish va yuvilish jarayonlari bo'lmasligi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$v < v < v$$

M.A.Velikanov, N.I.Levi, V.N.Goncharov ta'limotlariga asosan, oqimning kattik jismga ta'siri, xuddi oqimning kattik jismni aylanib o'tishidagi kabi kattik jism zarrachasiga yon tomondan ta'sir bo'lib, unga ko'taruvchi kuch ta'sir etadi. Bu xolatda yon tomondan ta'sir natijasida zarracha gorizontal yunalishda xarakatlansa, ko'taruvchi kuch ta'sirida u gryaddan ma'lum balandlikka vertikal yo'nalishda ko'tarilishi mumkin, deb taxmin qilinadi. Bu kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida nanoslar sakrab-tushib xarakatlana boshlashi mumkin.

O'zan tubi va qirg'oqlarida yotgan qattiq jism zarrachalarining oqim tarkibiga kutarilib, aralashgan holda harakatlanishida turbulent tartibda harakatlanayotgan suv oqimi tarkibida tezlikning vertikal tashkil etuvchisining o'rne muhimdir. Nanosning xarakati qo'zg'alish tezligi hisobiga surilib harakatlana boshlashi va uning oqim tarkibiga muallaqlashishi bilan xarakterlanadi. Hozirgi zamonaviy qarashlarga asoslanib, nanos zarrachasining o'zantubi va qirg'og'idan uzulishini suv oqimining aktual tezliklari hisobiga paydo bo'luvchi oniy maksimal gidrodinamik kuchlar bilan izohlash mumkin. Katta masshtabdagi turbulent qo'zg'alishlarga sabab bo'luvchi omillardan biri oniy tezlikning vertikal va gorizontal tashkil etuvchilarining taqsimlanishi qonuniyatini ko'rsatish mumkin. o'zan tubining sirtidagi yopishmas grutlarning zarrachalari qo'zg'alishi o'larning statik va dinamik to'rg'unligining yo'qolishiga bog'liq. Agar statik to'rg'unlikni buzulishi ko'taruvchi kuchning maksimal qiymati suvdagi qattiq jism zarrachasining og'irligidan katta yoki teng

bo'lgan holatida kuzatilsa (ya'ni $P_{\max} \geq G$), dinamik turg'unlik sharti esa ko'taruvchi kuchning o'rtacha maksimal qiymati og'irlik kuchidan katta yoki teng bo'lganda buzulishi mumkin, ya'ni $\bar{P}_{\max} \geq G$

Bunda, P_{\max} – oqimning qattiq jism zarrachasiga gidrodinamik ta'sirini belgilovchi kutaruvchi kuchning maksimal qiymati;

G – suvdagi qattiq jism zarrachasining og'irligi; \bar{P}_{\max} – oqimning qattiq jism zarrachasiga gidrodinamik ta'sirini belgilovchi kutaruvchi kuchning maksimal kattaliklarining o'rtacha qiymati. Albatta, bunda kutaruvchi kuch impulsi zarrachanini o'zan g'adir-budurligini tashkil etuvchi tepalikchadan yuqoriga ko'tarilishini ta'minlashi kerak. Shundagina oqim uni harakat yo'nalishida surib keta boshlaydi.

Albatta, bu nanosning xarakatlana boshlashi uchun uning o'lchami va ogirligi bilan uni aylanib okib o'tayotgan suyuqlik zarrachasi o'rtasida ma'lum bog'liklik bo'lishi kerak. Bu bog'liklik o'zan tubidagi oqim kinetikasi Frud o'xshashligi ko'rinishida bo'lishi mumkin.

$$\frac{v^2}{gD} = a^2 \quad (20-52)$$

v bunda yuvilish tezligi

D – zarracha diametri

a - tajriba yordamida aniklanadigan doimiy yuvilish tezligiga esa quyidagicha aniklashimiz mumkin. Yuvilmas tezlikni aniqlashda esa quyidagi hosilaviy formuladan foydalanish mumkin.

$$v = a\sqrt{gD} \quad (20-53)$$

Bu tezlik bilan oqimning o'rtalashtirilgan tezligi o'rtasida ma'lum bog'liklik mavjuddir.

$$v = a_1 \sqrt{gD}$$

(20-54)

bunda a_1 – tajriba yo'li bilan a doimiy o'rniga aniklanadi.

M.A.Velikanov va N.M.Bochkovlar bu kattalikni 0,1 va 5 mm o'lchamdagi nanos zarrachalari uchun quyidagicha aniklash mumkinligini tajribalar yo'li bilan aniklashgan.

$$a_1 = \sqrt{15 + \frac{6}{D}} \quad (20-55)$$

D -nanos zarrachasining diametri.

Bu yuvilmas tezlik kattaligi qum zarrachalari uchun $v = 20-25$ m/sek ekanligi tajribalar yo'li bilan aniklangan. Tabiiy sharoitlarda bu xodisa ancha murakkab kechadi. Shu sababli bu tenglamalar ularga kiruvchi mos koeffitsientlarning mos qiymatlarida takribiy natija berishi mumkin. Yuvilish tezligini aniklashda amaliyotda bir kancha empirik formulalardan foydalaniladi. Masalan, I.I.Levi zarrachaning o'rniga ma'lum bir yuzaga ega bo'lgan sirt qatlamini o'rganib, uni bir jinsli grunt dan iborat deb karab quyidagi formulani taklif etgan:

$$v = a' \sqrt{gD} \cdot F\left(\frac{h}{D}\right) \quad (20-56)$$

h -oqim chuqurligi.

Velikanov, Bochkov, SHoklich va boshka tatkikotchilar natijasiga asosan, formulani quyidagi ko'rinishiga keltirgan:

$$v = 1,4 \sqrt{gD} \cdot \ln\left(\frac{h}{7D}\right) \quad (20-57)$$

Nanoslari turli bo'lgan xolat uchun (bu tabiatda ko'p uchraydi), I.I. Levi formulaga o'rtacha diametr (D) hamda, zarracha maksimal diametr (D) ining uning o'rtacha diametr (D) giga nisbati bilan aniqlanadigan tuzatish koeffitsientini kiritishni taklif etgan:

$$v = 1,4\sqrt{gD} \cdot \ln\left(\frac{h}{7D}\right) \left(\frac{D}{D}\right)^{\frac{1}{7}} \quad (20-58)$$

Ushbu formula $\frac{h}{D} > 60$ shart bajarilgandagina qo'llanilishi mumkin.

Tog'li xudud va tog' oldi xududi daryolari uchun nanoslar yirikligi 1,5 mm va undan yuqori bo'lganda yuvilmas tezlik kattaligini aniqlash uchun quyidagi formulalar taklif etilgan:

G.I.Shamov aniqlash formulasi: $v = 4,6D^{\frac{1}{3}}H^{\frac{1}{6}}$

$$v = 1,6\sqrt{gD}^{\frac{1}{3}}H^{0.2}$$

A.M.Latishenkov formulasi:

$$v = 4,0(DH)^{0.25}$$

B.I.Studenichnikov formulasi:

V.N.Goncharov formulasi yirikligi 0,0014 bo'lgan nanoslarni inobatga

$$v = 3,9D^{\frac{1}{3}}H^{0.2}$$

olinmaydigan holat uchun:

G.S.Chekulaev formulasi: $v = 3,7D^{0.26}H^{0.2}$

$$v = 4,7D^{0.26}H = 0.2 - 0.43$$

L.L.Lishtvan formulasi:

Bu formulalar orasida L.L.Lishtvan formulasi o'zanni yuvilish vaziyati

boshlanishi uchun olingan bo‘lib, u aniqroq natija berishi mumkin.

Bu formulalardan Markaziy Osiyoning tog‘li xudud daryolaridan tashqari bir necha daryolari o‘zani qalin galechnik qatlamlaridan o‘tib, ularda otmostka qatlamlari paydo bo‘lgan daryo o‘zanlarida bajariladigan gidravlik hisoblada ham foydalanish mumkin. Bu qatlamlar qalinligi Amudaryoda 30 metrni tashkil qiladi va Tuyamuyun gidrouzelida 70 metrgacha boradi. Lekin sungi davrlarda Gidrotexnik inshootlar qurilishi bilan o‘zanning tabiiy rejimi o‘zgartirilishi bu otmostka qatlamlarini ham deformatsiyalanishiga olib kelmoqda. **Eri** qonuniga asosan Barcha yiriklikdagi galechnik va graviylar Frud sonining bir xil qiymatida bir biriga

o‘xshash $\left(\frac{v}{v} = \sqrt{\frac{D}{D}} \right)$ bo‘lib, bir birining modeli hisoblanadi. Demak bu sharoitlarda deformatsiyalanishni hisoblashda yuqoridagi formulalardan foydalanish mumkin.

S.T.Altunin, M.A.Velikanov, K.V.Grishanin, I.I.Levi, N.A.Mixaylov, S.E.Mirxulava, I.K.Nikitin, X.Sh.Shapirovlarning tadqiqotlari natijalariga asoslanib, oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini aniqlovchi omillar sifatida quyidagilarni ko‘rsatish mumkin:

Eng katta maksimal (tezlikning vertikal tashkil etuvchisi)pulsatsion tezlikning o‘zgarishi qiymati ehtimollar nazariyasiga asosan quyidagicha aniqlanadi:

$\Delta v_z = v_z - \bar{v}_z = 3\sigma$, bunda v_z -maksimal pulsatsion tezlik; \bar{v}_z - o‘rtalashtirilgan pulsatsion tezlik; σ -pulsatsion tezlikning o‘zgarishining o‘rtacha kvadrat qiymati;

Pulsatsion tezlikning oshishi, oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini oshishiga olib keladi, bunda tezlikning vertikal tashkil etuvchisi-vertikal pulsatsion tezlik

dinamik tezlikka yaqin qiymatga teng bo'ladi:

$$\bar{v}_z = v_* = \sqrt{gRi} \quad (20-59)$$

O'zanda harakatlanayotgan suv oqimi ta'sirida ma'lum bir gidravlik, gidrologik sharoitlarida deformatsion jarayonlar (yuvilish yoki loyqa bosish) ro'y bermasdan vaqt davomida o'zanning ko'ndalan kesimi o'zining geometrik o'lchamlarini o'zgarmsdan qolishi **o'zanning turg'unligi** deb yuritiladi.

O'zandagi deformatsion jarayonlarning ro'y berishi sharoitlari va o'zanlarning to'rg'unliklarini ta'minlash bo'yicha hozirgi davrda ham ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. SHulardan juda katta dala tatqiqotlarini tahlil qilish natijasida K.V.Grishanin oqimning gidrodinamik xarakteristikasi va o'zanning deformatsion jarayonlarga to'rg'unligi o'rasidagi bog'liqlikni aniqlash ifodasini quyidagi ko'rinishda taklif etgan:

$$M_x = \frac{H(gB)^{1/4}}{\sqrt{Q}} = const \quad (20-60)$$

M_x -turg'unlik koeffitsienti;

Kattalikning chegaraviy o'zarishini quyidagicha ekanligini aniqlagan:

$$0,75 < M_x < 1,05$$

1. Agar bu kattalik 1,05 da katta bo'lsa, o'zanda harakatlanayotgan oqimning tashuvchanlik qobiliyati past bo'lib, o'zanni loyqa bosishi mumkin;
2. Agar turg'unlik koeffitsientinig qiymati 0,75 dan kichik bo'lsa, oqimning tashuvchanlik qobiliyati katta bo'lib, o'zan yuvilishi mumkin.

K.V.Grishanin bu kattalikni Frud soni orqali quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$M_x = \left(\frac{H}{B} \frac{1}{Fr} \right)^{1/4} \quad (20-61)$$

$$Fr = \frac{v^2}{gl} \text{-Frud soni.}$$

Umuman, yuvilish xodisasi yopishqoq gruntlar uchun, yopishmas kum gruntlarga nisbatan ancha murakkabdir. Agar yopishmas gruntlar uchun yuvilish tezligi muallaklashtiruvchi tezlikdan kichik bo'lsa, yopishqoq gruntlar uchun yuvilish tezligi muallaqlashtiruvchi tezlikdan ancha yukori bo'ladi.

Oqim xarakatlanayotgan o'zanning grunti bo'lib, oqim tezligi yuvilish tezligidan yuqori bo'lsa, oqim tarkibi muallaqlashgan nanoslari bilan to'yingan bo'ladi. Qumli o'zanlarda esa bunday xolat $\gamma_{\text{mual}} > \gamma_{\text{yuv}}$ shart bajarilgandagina bo'lishi mumkin.

Yuvilish va yuvilmas tezliklarning sonli kiymatlarini aniklashda asosan dala ko'zatuvchilari natijalariga asoslanadi. Quyidagi jadvalda shu kattaliklarni turli gruntlar uchun aniqlangan kattaliklari keltirilgan. O'zan tubida surilib xarakatlanuvchi nanoslarining xarakatida muallaklashishni boshlanishini belgilovchi oqim tezligi muxim xarakterlovchi vaziyat xisoblanadi. Bu tezlik qiymat jixatdan oqim tarkibidagi nanoslarining o'zan tubiga cho'kishiga mos keluvchi tezlikka yaqin bo'ladi. Shu sababli, bu to'piq xisobiga o'zanlarda loyka bosish jarayoni xam yuz berishi mumkin. Bu jarayon gidrotexnika amaliyotda juda muxim ahamiyatga ega. Chunki o'zanning loyka bosishi, o'zan ko'ndalang kesimi yuzasini kamayishiga, bu esa o'z navbatida o'zandan o'tayotgan oqim sarfining kamayishiga olib keladi.

Gidrotexnika amaliyotida bu jarayonlar o'zandagi jarayonlar deb yuritiladi. O'zandagi jarayonlar oqim dinamikasini o'zgarishi natijasida jadallashib, amaliyot uchun noqulay vaziyatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Ayniqsa bu jarayonlar Markaziy Osiyo regionining daryo o'zanlariga xos bo'lgan tez yuviladigan gruntlardan o'tsa, juda jadal ko'rinishda amalga oshadi. Yuqorigi mavzularda e'tirof

etilganidek, Regionimizda irrigatsiya maqsadlariga xizmat qiluvchi juda ko'p Gitrotexnik inshootlar majmuasi daryo o'zanlarida barpo etilgan. Bu inshootlar o'z o'zidan suv oqimi dinamikasini keskin o'zgartiradi. Bu o'z navbatida o'zanalarda deformatsion jarayonlarni keltirib chiqaradi. Masalan, to'g'onlarni yuqorigi b'eflarida suv oqimining asosan o'rtacha tezligi keskin kamayishi, o'zanning keskin kengayishi, chuqurlikni keskin oshishi suv oqimining potensial energiyasini keskin oshishi, kinetiklik parametrini son qiymati birdan kichik bo'lishiga va loyqa bosish jarayonini amalga oshishiga olib keladi. Pastki b'eflarda oqim tezligini keskin oshishi, chuqurlikni kichik qiymatlarga ega bo'lishi, uning kinetik energiyasini oshishiga, kinetiklik parametrini birda katta qiymatlarga erishishiga olib keladi va o'zanda oqimning buzuvchanlik qobiliyati oshib, yuvilish jarayonini yuz berishiga olib keladi. Yoki Amudaryo daryosidan Qoraqum, Qarshi, Amu-Buxoro kabi yirik irrigatsion maqsadlar uchun xizmat qiluvchi Magistral kanallariga to'g'onsiz suv olish jarayonida, suv olish kanalining yuqorigi va pastki b'eflarida suv oqimining dinamikasi suv sarfi kamayishi hisobiga o'zgarib, keskin jadallashgan deformatsion jarayonlarni keltirib chiqaradi. Ayniqsa, suv olish kanaliga oqib kelayotgan nanoslardan kanal o'zanini tozalash uchun quyqa ko'rinishdagi aralashmani daryo suv olish inshooti Pastki b'efiga tashlanib, daryo o'zanining qisqarishi deformatsion jarayonlar ko'lamini oshirib, suv olish inshootiga kerakli hajmdagi suv olish muammosini benihoya qiyinlashtirayotganligi regionimizdagi gidrotexnika amaliyotining dolzarb muammosiga aylangan.

Respublikamizdagi qariyb 150 000 km o'zunlikdagi kanallar, kollektor-drenaj sistemalaridagi deformatsion jarayonlar ham ularning o'tkazuvchanlik qobiliyatini kamaytirib, gidromeliorativ tizimlar foydali ish koeffitsientini keskin kamaytirayotganligi hech kimga sir emas. Shu sababli ham, daryo va kanallarda antropogen ta'sirlar natijasida o'z dinamikasini keskin o'zgartiruvchi suv oqimining ikki chegaraviy kritik qiymatini aniqlash asosiy muhim masalalarda biri hisoblanadi.

Chunki, daryo va kanan o'zanda loyqa bosish va yuvilish jarayonlari bo'lmasligi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$v_0 < v < v_1$$

Faraz qilaylik, o‘zanda harakatlanayotgan oqimning harakat tezligi yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan katta tezlikka ega, ya‘ni $v > v_1$, bunda, kanal qirg‘og‘i va tubi yuvila boshlaydi. Natijada kanal ishdan chiqishi mumkin. Yoki boshqa holat, o‘zanda harakatlanayotgan oqimning tezligi nihoyatda kichik bo‘lib, yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan qiymatga ega, ya‘ni $v < v_0$. Bunda, oqim tarkibida harakatlanayotgan loyqa zarrachalarining o‘zan tubiga o‘tirish jarayoni boshlanib, sekin-sekin o‘zanning suv o‘tkazuvchanlik qobiliyati kamaya boradi va bu jarayon ham keyinchalik o‘zanning ishdan chiqishiga olib keladi.

Yopishmas va yopishqoq gruntlar uchun kritik chuqurliklarni aniqlash maqsadida turli davrlarda juda ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazilgan. Bu eksperimental tadqiqotlar natijasida turli empirik formulalar olingan bo‘lib, ular turli gruntlarda o‘tadigan o‘zanlar uchun har xil ko‘rinishlarga ega. Shulardan ayrimlari bilan tanishamiz.

1.6. Yopishmas gruntlar va nanoslar uchun kritik chuqurliklarni aniqlash formulalari

Yuqorida keltirilgan tezliklarning chegaraviy kattaliklarini aniqlash uchun juda ko‘p tadqiqotlar, kuzatishlar va tajribalar o‘tkazilgan va bir necha usullar taklif etilgan.

1.V.N. Goncharov tomonidan kritik chuqurliklarni aniqlash uchun quyidagi ko‘rinishdagi empirik formulalar olingan:

A) Turli jinsdagi yopishmas gruntlar uchun tuzatish koeffitsienti $\alpha = 3.5$ ekanligi aniqlanib, ($\Delta = 0.7 D_{5\%}$) bo‘lganda, loyqa bosmas tezlik uchun formula quyidagi ko‘rinishda taklif etilgan:

$$v_{\dots} = 1g \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{3.5\rho}}$$

B) Yuvilmas tezlikni aniqlash uchun, $\alpha = 1.75$ ekanligini aniqlagan:

$$v_{\dots} = 1g \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1.75\rho}}$$

2. Loyqa bosmas tezlik uchun M.A. Velikanov formulasi :

$$v_{\dots} = 3.14 \sqrt{15D + 0.006}$$

3. Yuvilmas tezlik uchun I.I. Levi formulasi:

$$v_{\dots} = 1.4 \sqrt{gD} \lg \frac{12R}{D_{10\%}}; \frac{R}{D_{10\%}} > 60$$

$$v_{\dots} = 1.3 \sqrt{gD} \frac{2}{3} \lg \frac{10R}{D_{10\%}}; 10 < \frac{R}{D_{10\%}} < 40$$

4. Loyqa bosmas tezlik uchun G.I. SHamov formulasi:

$$v_{\dots} = 4.6 \sqrt{D} \left(\frac{h}{D} \right)^{\frac{1}{6}}$$

5. Loyqa bosmas tezlik uchun E.A. Zamarin formulalari:

$$S = 5 \div 6 \quad / \quad ^3 \text{ bo'lganda :}$$

A) $0,0004 < W < 0,002 \quad / \quad \text{holat uchun}$

$$S = 11 v_{\dots} \sqrt{\frac{v_{\dots}}{W}} \sqrt{Ri} \quad (20-21)$$

B) $0,002 < W < 0,008 \quad / \quad \text{holat uchun}$

$$S = 0,022 \left(\frac{v_{\dots}}{W} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{Ri} \quad (20-22)$$

bunda, W – gidravlik kattalik, m/s.

$$V) \quad v_{\dots} = a^{2+\frac{R}{\sqrt{R}}} \sqrt{R}$$

Bunda $a = f(D) \quad a = 0.95 - 1.15; D = 0.5 - 1.5 \text{ sm.}$

5.V.S. Knoroz formulasi:

$$v_s = 1.3 \lg \frac{14.7R}{D^{0.75}} \sqrt{gD};$$

Taklif etilgan formulalarda grunt zarrachasining tubdan qo'zg'alishi va ko'chishi jarayoni nihoyatda murakkab bo'lganligi sababli, umumiylik mavjud emas. Chunki bu jarayon vaqat zarracha o'lchami va oqim chuqurligiga bog'liq emas.

6.Ayniqsa bu borada S.E.Mirxulava tomonidan tajriba va tadqiqotlar juda samarali o'tkazilgan. N.E.Mirxulava fikriga asosan, jarayon grunt zarrachasi yirikligi va oqim chuqurligidan tashqari quyidagi omillarga bog'liqdir:

a. Oqimning o'zan tubiga yaqin sohadagi pulsatsion tezligi darajasi.Ko'pgina holatlarda oqimning qaralayotgan vertikalidagi o'rtacha tezligi bu kattalikdan ikki marotaba yuqori bo'ladi;

b. Mayda nanoslar ko'pgina holatlarda kolloid ko'rinishda o'zan tubida mavjud bo'lishi tubga yaqin sohadagi laminar qatlamni qalinlashtirib, suv oqimini tashuvchanlik qobiliyatini kamaytiradi. SHu bilan birgalikda aralashmani tashiyotgan oqim bu sohada kolmotatsiyaning natijasida grunt jipsligini oshirib, laminar qatlam qarshiligini oshishiga va yuvilishni sustlashishiga sabab bo'ladi ;

c. Mayda nanoslar o'zan tubidagi uning g'adir-budirligini xarakterlovchi tepalikchalar orasida joylashib qolib,ularni ko'madi va o'zan g'adir-budirligini kamaytiradi, bu o'z navbatida bu sohada oqim harakatiga qarshilikni kamaytiradi.

Oqim tezligining chuqurlik bo'ylab taqsimlanishini logarifmik qonuniyatga bo'ysunishiga asoslanib, yuqoridagi qo'shimcha omallarni inobatga olib, S.E.Mirxulava yuvilmas tezlikni aniqlash uchun grunt zarrachasiga ta'sir etuvchi kuchlar momentini quyidagi ko'rinishda yozgan:

$$F l_x - F l_y = G \cdot l \cdot \alpha_1 + C l_c D^2 \alpha'_2$$

Bunda, $n = \frac{u_{\Delta \max}}{u_{\Delta}}$ -tezlikni pulsatsion xarakterligi hisobiga, grunt zarrachasiga ta'sir etuvchi kuchlarni o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsient;

bu tezlik qiymati aniqlangan. Bunda, bir xil jinsli gruntlar uchun g'adirbudurlik balandligi $\Delta=0,7D$ deb qabul qilingan. Bunda D - yopishmas grunt zarrachalarining o'rtacha diametri; $\alpha_1; \alpha_2$ g' gruntlar bir jinsli emasligini inobatga oluvchi koeffitsient; l_c og'irlik kuchi elkasi.

Bu tenglamani echish orqali S.E.Mirxulava o'z formulalarini taklif etgan.

Har xil jinsli gruntlar uchun $\Delta=0,7D_{95}$ bunda, D_{95} - berilgan grunt 95 % ni tashkil etuvchi zarrachalar diametridan katta zarrachalar diametri.

Yopishmas gruntlarda agar $D_{95} / D_5 \leq 5$, shart bajarilsa, bunday gruntlar *bir jinsli gruntlar* deyiladi. Bunday bir jinsli yopishmas gruntlar uchun H chuqurlikdagi oqim uchun quyidagi formulalarni taklif etgan:

$$\left. \begin{aligned} v &= \lg \frac{8,8h}{d} \sqrt{\frac{2m}{0,44\rho n} [g(\rho - \rho)d + 2C k]} \\ v_{\Delta} &= 1,25 \sqrt{\frac{2m}{0,44\rho n} [g(\rho - \rho)d + 2C k]} \end{aligned} \right\} \quad (20-16)$$

bunda, v – kesim bo'yicha o'rtacha yuvilmas tezlik, m/s; v_{Δ} – g'adirbudurlikning Δ balandligidagi tubga yaqin oqim qatlamining o'rtacha yuvilmas tezligi, m/s; ρ , ρ – grunt zarrachasi va suv zichligi, kg/m³; d – gruntning o'rtacha diametri, m; $c_y = \frac{172}{D \cdot 10^6}$ – yopishmas gruntning chegaraviy uzilish mustahkamligi,

Pa. Bu kattalik bilan mayda zarrachali gruntlar yopishqoqlik kuchlarining sezilarli miqdori paydo bo'lishi hisobga olinadi ($D < 0,25$ holat uchun). m – yopishmas gruntlardan o'tadigan o'zanlar uchun loyqa zarrachalarni oqimning yuvuvchanlik qobiliyatiga ta'sirini belgilovchi koeffitsient bo'lib, *ish sharoiti koeffitsienti* deyiladi.

Agar, suvda tuproqsimon zarrachalar miqdori $0,1 / 3$ bo'lsa, $m = 1,0$ deb qabul qilinadi; agar bu miqdordan ko'p bo'lsa, $m > 1,0$ deb qabul qilinadi. n – zo'riqish koeffitsienti bo'lib, tezlik tebranishi hisobiga oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini

hisobga oladi. k – yopishqoqlik kuchini o‘zining o‘rtacha qiymatiga mos kelmaslik darajasini harakterlovchi koeffitsient, bu kattalik amaliy hisoblarda $k = 0,5$ deb qabul qilinadi.

$C_y = 1,72 \cdot 10^{-4} d^{-1}$ ko‘rinishda aniqlanishi mumkin. Bunda d – metrda, C_y esa Pa o‘lchov birliklarida qabul qilinadi.

$$n = \left(\frac{u_{\Delta \max}}{\bar{u}_{\Delta}} \right)^2 \quad (20-17)$$

bunda u_{Δ} va \bar{u}_{Δ} – g‘adir-budurlik balandligidagi oqimning oqish va o‘rtacha tub oqimidagi tezligi.

Agar $D < 0,001$ bo‘lsa,

$$n = 1 + \frac{D}{0,00005 + 0,3D} \quad (20-18)$$

bunda, D – metrda qabul qilinadi.

Agar $D > 0,001$ bo‘lsa, $n = 4$.

$\rho = 2650$ / 3 va $m = 1$ holat uchun ν va ν_{Δ} tezliklar qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

20.1-jadval

Grunt zarrachasining o‘rtacha kattaligi D , mm	G‘adir budurlik tepachasidagi oqimning tubga yaqin o‘rtacha tezligi, ν_{Δ} /c	h , m chuqurlikda oqimning o‘rtacha yuvilmas tezliklari.			
		0,5	1,0	3,0	5,0

0,05	0,13	0,52	0,55	0,6	0,62
0,15	0,10	0,36	0,38	0,42	0,44
0,25	0,11	0,37	0,39	0,41	0,45
0,37	0,12	,38	0,41	0,46	0,48
0,50	0,13	,41	0,44	0,50	0,52
0,75	0,16	,47	0,51	0,57	0,59
1,00	0,17	,51	0,55	0,62	0,65
2,00	0,24	,64	0,70	0,79	0,83
2,50	0,27	,69	0,75	0,86	0,90
3,00	0,29	,73	0,8	0,91	0,96
5,00	0,37	,87	0,96	1,10	1,17
10,0	0,52	,10	1,23	1,42	1,51

15,0	0,64	,26	1,42	1,65	1,76
20,0	0,73	,37	1,55	1,84	1,96
25,0	0,82	.48	1,65	1,98	2,12
30,0	0,89	,56	1,76	2,10	2,26
40,0	1,03	,68	1,93	2,32	2,50
75,0	1,42	,01	2,35	2,89	3,14
100,0	1,63	,15	2,54	3,14	3,46
150,0	2,00	,35	2,84	3,62	3,96
200,0	2,31	,47	3,03	3,92	4,31
300,0	2,82	,9,	3,32	4,40	4,94

Agar yopishmas gruntlar har xil jinsli bo'lsa, ma'lum sharoitlarda yirik fraksiya bilan qoplanish xodisasini hisobga olishga to'g'ri keladi. Agar ma'lum miqdorda yuvilish ro'y bersa, o'zan yuzasini yirik fraksiyali gruntlar qoplab oladi va yuvilish tezligi qiymati sezilarli darajada oshishi mumkin. Bunda yuvilish chuqurligi

umumiy chuqurlikning $h = 5\%$ gacha bo'lishi mumkin. Bu holat uchun ($h \leq 0,05h$), har xil jinsli gruntlar bo'lgan holatda v tezlik qiymatlari 20.2 jadvalda keltirilgan.

20.2-jadval

D_{yp}	$\nu, \quad /c$ - har xil jinsli gruntlar uchun, $h \leq 0,05h$											
	$k = \frac{D_{yp}}{D_{95\%}} = 0,5$				$k = \frac{D_{yp}}{D_{95\%}} = 0,3$				$k = \frac{D_{yp}}{D_{95\%}} = 0,2$			
	$h=0,5$	$h=1$	$h=3$	$h=5$	$h=0,5$	$h=1$	$h=3$	$h=5$	$h=0,5$	$h=1$	$h=3$	$h=5$
0,25	0,44	0,47	0,52	0,55	0,53	0,58	0,64	0,68	0,62	0,67	0,76	0,80
0,37	0,48	0,52	0,58	0,61	0,59	0,64	0,72	0,75	0,65	0,75	0,84	0,89
0,50	0,53	0,57	0,64	0,67	0,63	0,70	0,79	0,83	0,67	0,81	0,92	0,97
0,75	0,59	0,65	0,73	0,77	0,68	0,79	0,89	0,94	0,70	0,87	1,05	1,11
1,0	0,63	0,70	0,79	0,83	0,71	0,83	0,96	1,02	0,70	0,89	1,13	1,20
2,0	0,79	0,89	1,04	1,10	0,83	1,01	1,26	1,34	0,76	0,99	1,41	1,56
2,5	0,84	0,96	1,13	1,20	0,87	1,06	1,36	1,46	0,78	1,02	1,46	1,70

3,0	0,88	1,02	1,21	1,28	0,90	1,11	1,44	1,56	0,80	1,04	1,54	1,78
5,0	1,01	1,18	1,45	1,56	0,98	1,23	1,67	1,86	1,86	1,11	1,68	1,98
10	0,18	1,42	1,82	2,00	1,10	1,39	1,97	2,26	0,95	1,21	1,83	2,22
15	1,29	1,57	2,05	2,28	1,17	1,48	2,13	2,48	1,02	1,29	1,92	2,34
20	1,38	1,68	2,22	2,48	1,23	1,55	2,24	2,64	1,07	1,35	1,99	2,42
25	1,44	1,76	2,36	2,65	1,28	1,61	2,33	2,75	1,11	1,40	2,05	2,48
30	1,50	1,83	2,47	2,79	1,32	1,66	2,40	2,84	1,15	1,44	2,10	2,54
40	1,59	1,95	2,64	3,01	1,39	1,74	2,52	2,99	1,20	1,52	2,19	2,63
75	1,79	2,22	3,05	3,51	1,51	1,94	2,79	3,31	1,28	1,68	2,43	2,88
100	1,87	2,35	3,24	3,75	1,56	2,02	2,93	3,48	1,30	1,74	2,55	3,02
150	1,98	2,52	3,54	4,09	1,60	2,14	3,14	3,71				

7.S.E.Mirxulava formulalari ma'lum bir ma'noda tezlikning kritik qiymati –yuvilmas tezlikni aniqlash borasida sezilarli o'zgarish bo'ldi. Lekin bu formulalar ham o'zan tubidagi mayda grunt zarrachalari yuvilib ,yiriklarini saralanib qolishi-otmostka jarayonini inobatga olmaydi. Bu jarayon o'zan tubi g'adir-budirligini oshishi tufayli tubdagi qarshilikni oshiradi va kritik tezlik qiymatini ham yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Tabiiyki o'zanlarda bu jarayon ro'y beradi. Shu sababli, amaliyotda otmostka jarayonini hisobga oladigan formulani qullash maqsadga muvofiqdir. Hozirgi davrda yuvilmas tezlikni aniqlashda quyidagi amaliy formuladan foydalaniladi:

$$v = \left(\frac{h}{0.7D_{5\%}} \right)^{0.2} \sqrt{\frac{2mg(\rho - \rho_0)}{0.4n \rho} \cdot k}$$

$$\text{Bunda } k = D + \frac{h(1-k_0)(1-\rho_0)}{1 - \frac{h}{D_{5\%}}(0.95 - \rho_0)}$$

8. Yuvilmas tezlikni Cherkasov formulasiga asosan aniqlash mumkin:

$$v = v_0 \cdot R^{1/3} \quad (20-28)$$

bunda, v_0 - Gidravlik radius $R=1,0$ m, bo'lgandagi eng katta yuvilmas tezlik bo'lib,gruntning turiga bog'liq.

9. Loyqa bosmas tezlikning chegaraviy kritik qiymati E.A.Zamarin formulasiga asosan aniqlanishi mumkin:

$$v_{\dots} = \sqrt[5]{\frac{A^3}{n^2} \cdot R^{1/3}} \quad (20-29)$$

$$A = 0.0127 \sqrt[3]{\rho^3 \cdot w_0^2 \cdot \bar{w}} \quad (20-30)$$

bunda agar, $\bar{w} > 2$ / bo'lsa, $w_0^2 = \bar{w}$

Agar $\bar{w} \leq 2$ / ,bo'lsa $w_0 = 2$ /

ρ - oqimning loyqalanganligi kgk/m³ ($\rho \leq 5,0$ / ³: $\bar{w} \leq 8$ /)

\bar{w} -o'rtacha gidravlik kattalik, mm/s.

10.Bundan tashqari Loyqa bosmas tezlikni aniqlashda Abalyans formulasi ham amaliyot uchun haqiqatga yaqin natija berishi mumkin.

$$v_{\dots} = 0,382 \sqrt[3]{\rho \bar{w} R} \quad (20-31)$$

ρ_0 -nanoslarni berilgan diametri(D)ga mos keluvchi nanoclarning granulometrik tarkibi egriligi ordinatasi; k_0 -o'zan tubidagi grunt bir jinsliliigi koeffitsienti; h -to'liq oqim chuqurligi

1.7 Yopishqoq gruntlar va nanoslar uchun kritik chuqurliklarni aniqlash formulalari

Yopishqoq gruntlar (tuproq, suglinok, supes) dan dunyoning juda ko'p mamlakatlaridagi daryolar o'zani o'tadi. Bunday daryo o'zanlari uchun kritik chuqurliklar m'yorlarini aniqlash dolzarb hisoblansada, yopishqoq gruntlarning qarshilik kuchlarini aniqlash juda murakkab masala hisoblanadi. Chunki, bu kattalik gruntning xarakteristikasi (tarkibi, xossalari, gruntning namlanganlik darajasi)ga, klimatga, daryo yoki kanal o'zanida o'suvchi o'tlar qalinligiga va turiga, tozalash ishlari olib borilishi darajasiga, ish rejimiga va boshqa holatlarga bog'liq bo'ladi. Bu yo'nalishda bir necha tadqiqotchilar o'z ilmiy izlanishlarini olib borishga bo'lsada, mantiqiy yakuni aniqlanmagan muammo sifatida hozirda ham o'zganilishi davom etmoqda. Bu kattalikni aniqlash borasida S.E.Mirxulava tomonidan keng ko'lamda tadqiqot ishlari olib borilganligini e'tirof etish mumkin. Masala murakkabligi sababli, yopishqoq gruntlarda yuvilmas tezlikni aniqlash uchun mxsus me'yoriy jadvallar ishlab chiqilgan. Shulardan biri AQSHlik tadqiqotchilar S.Forte va F.Skobey ishlab chiqqan m'eyoriy qiymatlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval

G runt Nomi	Suv		
	Nanos -larsiz	Kolloid holatidagi nanoslarni	Tog‘ jinslari bo‘laklari, qum,graviy
Nokolloid mayda	0,46	0,76	0,46
Nokolloid qumli	0,53	0,76	0,61
Nanosli nokolloid	0,61	0,91	0,61
Allyuvial	0,61	1,61	0,61
Oddiy qattiq	0,69	1,06	0,69
Vulqondan	0,69	1,06	0,69
Mayda graviy	0,69	1,53	1,14
O‘rda zichlikdagi	1,14	1,53	0,91
Graviyli suglinok	1,14	1,57	1,5?
Allyuvial nano-	1,14	1,53	1,51
Katta toshlar(Bulijnik)va kolloidli nanoslar	1,22	1,68	1,53
	1,22	1,83	1,98
Bulijnik va sheben	1,53	1,68	1,98
Slanssimon tuproqlar ,	1,83	1,83	1,53

Sobiq sovet ittifoqi respublikalarida Jumladan bizning regionimizda ham turli me'yoriy jadvallar ishlab chiqilgan. Masalan quyida keltirilgan jadval S.E. Mirsxulava, tadqiqotlari natijasida ishlab chiqilgan bo‘lib, u ayrim kamchiliklardan holi emas bo‘lsada sobiq Sovet ittifoqi va chet el suv xo‘jaligi tashkilotlarida keng qo‘llanilgan

Jadval4

Yopishqoq gruntlar uchun yuvilmas tezliklarning
myoriy qiymatlari (m/s)

Grunt	Sobiq			AQSH	Fran	Vengri (
	QXV	EQV	TYQ			
Supes, changli	-	0,7-	-	0,46-	-	0,7-
O‘rtacha qumli	-	-	-	0,61-	-	-
Zichlangan	-	1,0	-	0,76-	-	1,0
Siyrak	0,4-0,9	0,4	0,4	-	-	0,7-
O‘rtacha	0,45-	0,85	0,80	0,84-	-	1,0
Zich suglinoklar	0,50-	1,20	1,70	0,92-	-	1,1-
O‘ta zich	0,85-	1,70	1,70	-	-	-
Siyrak tuproqlar		0,40	0,40	-	-	0,70
O‘rtacha	0,55	0,85	0,85	0,92-	0,5-	1,2-
Zich tuproqlar	0,90-	1,20	1,20	1,22-	-	1,5-
Siriqqan	-	0,32	0,60		-	-
O‘rtacha	-	0,70	1,00	-	-	0,7-
Zich lyos	-	1,00	1,00	-	-	-
O‘ta zich lyos	-	1,30	1,30	-	-	-
G‘ovakli turpoq	-	-	-	-	0,7-	-
Illi funtlar	-	0,5-	-	-	-	0,2-

S.E.Mirxulava o‘zining keyingi tatqiqotlarida grunt zarrachalar o‘rtasidagi o‘zaro yopishish kuchini faraziy ekvivalent zichlik orqali inobatga olishni taklif

etgan. $\rho_{\text{eff}} = \rho + \frac{\gamma_w}{\pi g D}$

=0.035C Sⁿ-gruntni suv bilan tuyingan holati uchun yopishqoqlik kuchi.

Gruntning hisobiy solishtirma yopishqoqligi «S», Pa	Oqimning oʻrtacha chuqurligi (m) uchun yoʻl qoʻyiladigan yuvmas v_0 oʻrtacha tezliklar, (m/s)			
	$h = 0,5 m$	$h = 1,0 m$	$h = 3,0 m$	$h = 5,0 m$

B. Tuproqsimon gruntlar

0,005	0,39	0,43	0,49	0,52
0,01	0,44	0,48	0,55	0,58
0,02	0,52	0,57	0,65	0,69
0,03	0,59	0,64	0,74	0,78
0,04	0,65	0,71	0,81	0,86
0,05	0,71	0,77	0,89	0,98
0,075	0,83	0,91	1,04	1,10
0,10	0,96	1,04	1,20	1,27
0,125	1,03	1,13	1,30	1,37
0,15	1,13	1,23	1,44	1,49

Gruntning hisobiy solishtirma yopishqoqligi «S», Pa	Oqimning o'rtacha chuqurligi (m) uchun yo'l qo'yiladigan yuvmas v_0 o'rtacha tezliklar, (m/s)			
	$h = 0,5 m$	$h = 1,0 m$	$h = 3,0 m$	$h = 5,0 m$
			1	
0,175	1,21	1,33	1,5	1,60
			2	
0,20	1,28	1,40	1,6	1,69
0,225	1,36	1,48	1,70	1,80
0,25	1,42	1,55	1,78	1,88
0,30	1,54	1,69	1,94	2,04
0,35	1,67	1,83	2,09	2,21
0,40	1,79	1,96	2,25	2,38
0,45	1,88	2,06	2,35	2,49
0,50	1,99	2,17	2,50	2,63
0,60	2,16	2,38	2,72	2,88

$$C_y = 0,035C \quad (20-20)$$

– grunt solishtirma yopishqoqligining me'yoriy qiymati; D – teng hajmli shar shaklida deb faraz qilingan gruntning o'rtacha diametri; m – ish sharoiti koeffitsienti, k – yopishqoq gruntning bir jinslilik koeffitsienti. Bu koeffitsient me'yoriy qiymatdan farqlanuvchi yopishqoqlik miqdorini belgilaydi. $k=0,5$. n –

zo'riqish koeffitsienti, o'suvchi turbulentlik holati uchun $n = 4$. m – ish sharoiti koeffitsienti qiymatini esa, quyidagi jadvaldan foydalanib topishimiz mumkin.

20.4-jadval

Grunt, <i>KANAL ISHLASH SHAROITI</i>	<i>m</i> koeffitsient qiymati		
	Magistral kanallar	Suv xo'jaligiga taqsimlovchi kanallar	Xo'jaliklarga taqsimlovchi kanallar
Qum:			
mayda va o'rtacha kattalikdagi	1,3	1,4	1,5
yirik va shag'alimon	1,5	1,6	1,7
Shag'al:			
Mayda	1,5	1,6	1,7
O'rta	1,4	1,5	1,6
Yirik	1,2	1,3	1,4
Tuproqsimon gruntlar:			
oqim tarkibida 0,1 kg/m ³ dan kam	1,0	1,0	1,0
0,1 kg/m ³ dan ko'p	1,3	1,4	1,6
tub bo'ylab harakatlanuvchi miqdor	0,75	0,8	0,85

Tub va yon devor o‘simlik bilan qoplangan	1,1	1,15	1,2
Ancha ishqalangan kanallar:			
Namlik kam rayonlar uchun	0,2	0,22	0,25
Namgarchiligi etarli bo‘lgan rayonlar uchun	0,6	0,7	0,8

Agar, $m \neq 1$ bo‘lsa, jadvallardan olingan qiymatlar \sqrt{m} kattalikka ko‘paytirilib, keyin qabul qilinadi.

Agar, grunt sho‘rlangan bo‘lsa, C kattalik asosan qabul qilinadi.

Yuqorigi mavzuda keltirilgan yopishmas gruntlar uchun yuvilmas tezliklar formulalaridagi grunt zichligi (ρ) o‘rniga faraziy ekvivalent zichlik (ρ_{ekv}) kiritilsa, o‘zgartirilgan formulalardan yopishqoq gruntlar uchun kritik tezlikning qiymatini amaliy jihatdan aniqlash mumkin. Masalan V.N.Goncharov formulasi yopishqoq gruntlar uchun quyidagi ko‘rinishga ega:

$$v_{\text{kr}} = \lg \left(\frac{8,8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho_{\text{ekv}} - \rho)D}{3,5\rho}}$$

Ushbu formulaga asosan gidrotexnik inshootni chegaraviy holati uchun S.E.Mirxulava yopishqoq gruntlar (tuproq, suglinok, supes) yuvilmas tezliklarni aniqlash formulasini quyidagicha ko‘rinishda taklif etgan:

$$\left. \begin{aligned} v &= \left(\lg \frac{8,8h}{d} \right) \sqrt{\frac{2m}{2,6\rho n} [g(\rho - \rho)d + 1,25C - k]} \\ v_{\Delta} &= 1,25 \sqrt{\frac{2m}{2,6\rho n} [g(\rho - \rho)d + 1,25C - k]} \end{aligned} \right\}$$

(20-19)

bunda C_y – yopishqoq grunt uchun chegaraviy mustahkamlikning me'yoriy qiymati.

S.E.Mirxulava keltirilgan formulalari natura kuzatuv natijalari bilan taqqoslab, me'yoriy hujjatlardagi tavsiya qilingan jadvaldagi natijalarga nisbatan ancha katta aniqlikda mos kelganligini o'z ilmiy maqolalarida e'tirof etgan.

Yuvilmas tezlikni Amudaryo sharoiti uchun aniqlashda X.X.Eshonov formulasida ham foydalanish mumkin:

$$g = 0,546 \cdot (Q / \sqrt{g \cdot D^5 \cdot I})^{0,274} \sqrt{g \cdot D \cdot I} \quad ()$$

Bu formula Muallifning Markaziy Osiyoda yagona qurilgan yirik modelda Amudaryo gruntlarini qullash orqali o'tkazilgan keng qamrovli eksperimental tatqiqotlar natijasida olinganligini e'tirof e'tish joizdir.

1.8. Kritik tezliklar va gidravlik kattalik o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklar

Yuqoridagi mavzularda suv oqimining kritik tezliklar va gidravlik kattaliklarni aniqlashga doir bir necha formulalarni tahlil qildik. E'tibor berib kuzatilganda ulardagi ma'lum bir umumiylik borligini payqash mumkin. Chunki, har ikkala qonuniyatda ham asosan og'irlik kuchi va grunt zarrachalarini suv oqimi aylanib siqilib o'tishida paydo bo'ladigan kuchlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik o'rganilgan.

Xuddi shu fikrimizga asoslanib kritik tezliklar va gidravlik kattalik uchun V.N.Goncharov formulalarini qarab chiqamiz:

$$v = 1g \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1.75\rho}}; \quad W = \frac{1}{\varphi} \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1.75\rho}}$$

Ikkinchi formulani birinchichsiga nisbatini yozamiz:

$$\frac{W}{v} = \frac{1}{\varphi 1g \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right)}$$

Yirikligi 1.5 mm dan katta nanoslar cho‘kish jarayonida turbulent tartibda harakatlanadi, ya’ni $\varphi=1.0$ deb qabil qilinadi. Bundan tashqari ularni aylanib siqilgan holda o‘tuvchi oqim harakat tartibi ham turbulent tartibda bo‘ladi. Ushbu fikrga asosan, formulani ko‘rinishini yozamiz:

$$\frac{W}{\nu} = \frac{1}{\lg\left(\frac{8.8h}{D_{5\%}}\right)}$$

G‘adir-budurlik tepachasi ustidan oqib o‘tayotgan suv oqimining mahalliy tezligini yozamiz:

$$u_{\Delta} = \frac{1.25\nu}{\lg\frac{8.8h}{D_{5\%}}}$$

Oqimning kritik holati uchun:

$$\frac{u_{\Delta}}{\nu} = \frac{1.25}{\lg\frac{8.8h}{D_{5\%}}}$$

Bundan gidravlik kattalikni kritik tezlikka nisbati kritik chuqurlikni o‘zan tubiga yaqin sohadagi kritik tezlikni oqim o‘rtacha tezligiga nisbati yaqin ko‘rinishga ega bo‘lib, gidravlik kattalik va kritik tezlik o‘rtasidagi juda sodda bog‘liqlik borligini ko‘rish mumkin:

$$u_{\Delta} = \frac{1.25}{\lg\frac{8.8h}{D_{5\%}}} \cdot \nu = 1.25\varphi W$$

$$u_{\Delta} = 1.25\varphi W$$

1.9. Nanoslarning oqim tarkibida aralashib ketishi mexanizmi. Suv oqimining kattik jism zarrachasiga ta’siri. O‘zanning turg‘unligi

Bu kattaliklar xakida fikr yuritishdan oldin Suv oqimining kattik jism zarrachasiga ta’sirini va o‘zan tubi yoki qirg‘oqlarida defromatsion jarayonlarning ro‘y berishi mexanizmini ko‘rib chiqamiz.

M.A.Velikanov, N.I.Levi, V.N.Goncharov ta’limotlariga asosan, oqimning qattiq jismga ta’siri, xuddi oqimning kattik jismni aylanib o‘tishidagi kabi kattik jism

zarrachasiga yon tomondan ta'sir bo'lib, unga ko'taruvchi kuch ta'sir etadi. Bu xolatda yon tomondan ta'sir natijasida zarracha gorizontal yunalishda xarakatlansa, ko'taruvchi kuch ta'sirida u gryaddan ma'lum balandlikka vertikal yo'nalishda ko'tarilishi mumkin, deb taxmin qilinadi. Bu kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida nanoslar sakrab-tushib xarakatlana boshlashi mumkin.

O'zan tubi va qirg'oqlarida yotgan qattiq jism zarrachalarining oqim tarkibiga ko'tarilib, aralashgan holda harakatlanishida turbulent tartibda harakatlanayotgan suv oqimi tarkibida tezlikning vertikal tashkil etuvchisining o'rni mo'himdir.

Nanosning xarakati qo'zg'alish tezligi hisobiga surilib harakatlana boshlashi va uning oqim tarkibiga muallaqlashishi bilan xarakterlanadi.

Hozirgi zamonaviy qarashlarga asoslanib, nanos zarrachasining o'zantubi va qirg'og'idan uzulishini suv oqimining aktual tezliklari hisobiga paydo bo'luvchi oniy maksimal gidrodinamik kuchlar bilan izohlash mumkin.

Katta masshtabdagi turbulent qo'zg'alishlarga sabab bo'luvchi omillardan biri oniy tezlikning vertikal va gorizontal tashkil etuvchilarining taqsimlanishi qonuniyatini ko'rsatish mumkin. O'zan tubining sirtidagi yopishmas grutlarning zarrachalari qo'zg'alishi o'larning statik va dinamik turg'unligining yo'qolishiga bog'liq. Agar statik turg'unliknig buzulishi ko'taruvchi kuchning maksimal qiymati suvdagi qattiq jism zarrachasining og'irligidan katta yoki teng bo'lgan holatida kuzatilsa (ya'ni $P_{\max} \geq G$), dinamik turg'unlik sharti esa ko'taruvchi kuchning o'rtacha maksimal qiymati og'irlik kuchidan katta yoki teng bo'lganda buzulishi mumkin, ya'ni $\bar{P}_{\max} \geq G$

Bunda, P_{\max} – oqimning qattiq jism zarrachasiga gidrodinamik ta'sirini belgilovchi kutaruvchi kuchning maksimal qiymati;

G – suvdagi qattiq jism zarrachasining og'irligi; \bar{P}_{\max} – oqimning qattiq jism zarrachasiga gidrodinamik ta'sirini belgilovchi kutaruvchi kuchning maksimal kattaliklarining o'rtacha qiymati. Albatta, bunda kutaruvchi kuch impulsi

zarrachanini o‘zan g‘adir-budurligini tashkil etuvchi tepalikchadan yuqoriga ko‘tarilishini ta‘minlashi kerak. Shundagina oqim uni harakat yo‘nalishida surib keta boshlaydi.

Tabiiy sharoitlarda nanoslarning harakatlanishi bu xodisa ancha murakkab kechadi. Shu sababli, ularning harakat shaklini o‘rganish borasida ko‘pgina tadqiqotlar o‘tkazilgan bo‘lsada, uning ilmiy asoslangan aniq bir yechimi olinmagan. Asosan hozirgi davrda nanoslarni harakat shaklini ikki shartli ko‘rinishga bo‘linadi. Bular:

-nanoslarning suv oqimi tarkibida muallaqlashgan holatda harakatlanishi-muallaqlashgan ko‘rinishdagi harakat-(vzveshennie nanosi);

- nanoslarning o‘zan tubi bo‘ylab goh tubga urilib, goh ko‘tarilib, surilib harakatlanishi (donnie nanosi). Bu nanoslar o‘zan tubi bo‘ylab quyqa ko‘rinishda harakatni amalga oshiradi. Bu to‘lqinsimon harakatdagi massa gryadlar deb yuritiladi. Bu nanoslarning sarfi, miqdori va boshqa parametrlarini aniqlash bo‘yicha juda ko‘p ilmiy izlanishlar olib borilgan va hozirda ham olib boriladi.

O‘zanda harakatlanayotgan suv oqimi ta‘sirida ma‘lum bir gidravlik, gidrologik sharoitlarida deformatsion jarayonlar (yuvilish yoki loyoqa bosish) ro‘y bermasdan vaqt davomida o‘zanning ko‘ndalan kesimi o‘zining geometrik o‘lchamlarini o‘zgarimasdan qolishi **o‘zanning turg‘unligi** deb yuritiladi.

O‘zandagi deformatsion jarayonlarning ro‘y berishi sharoitlari va o‘zanlarning turg‘unliklarini ta‘minlash bo‘yicha hozirgi davrda ham ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Shulardan juda katta dala tadqiqotlarini tahlil qilish natijasida K.V.Grishanin oqimning gidrodinamik xarakteristikasi va o‘zanning deformatsion jarayonlarga to‘rg‘unligi o‘rasidagi bog‘liqlikni aniqlash ifodasini quyidagi ko‘rinishda taklif etgan:

$$M_x = \frac{H(gB)^{1/4}}{\sqrt{Q}} = const \quad (20-60)$$

M_x - turg'unlik koeffitsienti;

Kattalikning chegaraviy o'zarishini quyidagicha ekanligini aniqlagan:

$$0,75 < M_x < 1,05$$

4. Agar bu kattalik 1,05 da katta bo'lsa, o'zanda harakatlanayotgan oqimning tashuvchanlik qobiliyati past bo'lib, o'zanni loyqa bosishi mumkin;

5. Agar to'rg'unlik koeffitsientinig qiymati 0,75 dan kichik bo'lsa, oqimning tashuvchanlik qobiliyati kattabo'lib, o'zan yuvilishi mumkin.

K.V.Grishanin bu kattalikni Frud soni orqali quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$M_x = \left(\frac{H}{B} \frac{1}{Fr} \right)^{1/4} \quad (20-61)$$

$$Fr = \frac{v^2}{gl} \text{ -Frud soni.}$$

Umuman, yuvilish xodisasi yopishqoq gruntlar uchun, yopishmas kum gruntlarga nisbatan ancha murakkabdir. Agar yopishmas gruntlar uchun yuvilish tezligi muallaklashtiruvchi tezlikdan kichik bo'lsa, yopishqoq gruntlar uchun yuvilish tezligi muallaqlashtiruvchi tezlikdan ancha yuqori bo'ladi. Ta'kidlash lozimki suv oqimining gidrodinamik xarakteristikasi o'zan geometrik o'lchamlari yoki o'zanda biror bir maqsadda gidrotexnik inshoot majmuasi barpo etilishi natijasida o'zgarsa, surilib harakatlanayotgan nanoslarning ma'lum miqdori oqim tarkibiga ko'tarilib muallaqlashgan nanoslarga aylansa, muallaqlashgan nanoslarning ma'lum miqdori surilib harakatlanayotgan nanoslarga aylanishi mumkin.

Ko'pgina tadqiqotchilar tomonidan o'tkazilgan kino va fotos'yokalar tahlili nanoslar harakati ko'rinishlar haqida ancha ma'lumotlar olish imkoniyatini berdi. Jumladan nanoslarni yuqoridagi shakldan tashqari boshqa ko'rinishdagi harakatlari ham e'tirof etilgan. Bular meandralar, ikkilamchi surilishlar, quriq orolchalar ko'rinishdagi harakatlardir. Endi bunanoslarning harakatlanishi nazariyalari bilan tanishishni boshlaymiz

1.10. Muallaqlashgan nanoslar. Nanoslarning oqim tarkibida muallaqlashishi nazariyalari tahlili

Hozirgi davrda oqim dinamikasida ilmiy asoslangan turbulentlik nazariyasi yaratilmaganligi nanoslarning muallaqlashishi nazariyasining yaratilmaganligini asosiy sababidir. Shunga qaramasdan turbulent oqimni o'rganish bo'yicha olingan materiallar va real turbulent modelning yaratilishi nanoslar muallaqlashishining etarli darajada asoslangan yarim empirik nazariyasini yaratilishi imkonini berdi.

Xozirgi davrda asosan, nanoslar muallaqlashining yarim empirik diffuzion nazariyasi keng qo'llaniladi. Bu nazariyaga Dj.Teylor va V.Shmid tomonidan 1915-1925 yillar davomida erkin atmosferada qullash uchun asos solingan. Bu nazariya issiqlikni, harakat miqdorini, muallaqlashuvchi va aralashuvchi zarrachalarning turbulent ko'chishi g'oyasiga asoslangan. Teylo-Shmid nazariyasi rus olimi V.N.Makkaveyev tomonidan 1930-1933 yy. O'zanda harakatlanadigan oqimlarning umumiy turbulentlik nazariyasini yaratishda qo'llanilgan. V.N.Makkveev bu nazariyaga asoslaniib nanoslarning turbulent ko'chishi diffuzion nazariyasi yaratgan. Bu nazariyani V.N.Makaveyev va uning shogirdi A.V.Karushev tomonidan rivojlantirilgan.

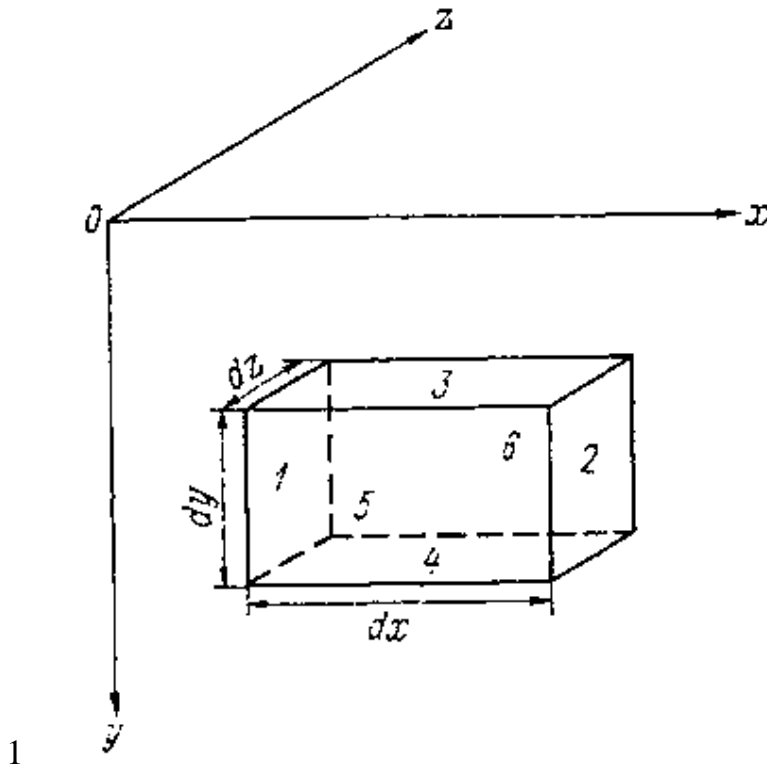
V.M. Makkaveyev va uning izdoshlari turbulent diffuziya tenglamasini olish uchun fizika kursidan bizga ma'lum bo'lgan Fikning diffuziya tenglamasi va Teylor-Shmid nazariyasining asosidan foydalanilishgan. Bularga asosan suyuqlik tarkibidagi bir sekundda γ normalli yuzadan o'tgan aralashuvchi nanos miqdori quyidagicha aniqlanadi deb taklif qilishgan:

$$(q_s)_y = -\frac{A}{\rho} \frac{\partial S}{\partial y}$$

Bunda, S - Aralashuvchi nanos konsentrsiyasi, A -turbulent almashinuv koeffitsienti. Ma'lum bir gidravlik kattalikka ega muallaqlashgan zarrachalar uchun gorizontal vaziyatdagi yuzadan turbulent diffuziya jarayonida o'tgan nanoslar miqdori ham shu ifodadagidek aniqlanadi. A.V. Karaushev usuliga asosan o'rtalashtirilgan tezlikning kundalang tashkil etuvchisi inobatga olinmagan tekis oqim uchun turbulent diffuziya tenglamasini keltirib chiqaramiz:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial x} = u_y = u_z = 0$$

Oqimda, $dV = dxdydz$ birlik hajmla parallelepiped ajratib olamiz. Dekart koordinatalar sistemasi o'qlarini ananaviy holatdan farqli yo'nalishlarini tanlaymiz. z -o'qi bo'yicha nanoslar konsentratsiyasi o'zgarmaydi degan cheklanish qabul qilamiz.



1.5 rasm.Oqimda ajratib olingan birlik hajmdgi prallelepiped sxemasi

1,2,3,... tomonlardan o'tuvchi nanosning birlik sarfini mos ravishda $q_{s_1}; q_{s_2}; q_{s_3}; \dots$ deb belgilab olamiz. dt oniy vaqtda mos tomonlar to'liq yuzasidan o'tayotgan oqim miqdorini $q_{s_1} df_1 dt; q_{s_2} df_2 dt; q_{s_3} df_3 dt; \dots$ yozib olamiz. Barcha tomonlardan o'tayotgan nanoslar massasi birlik sarfini yozamiz:

$$q_{s_1} = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 + u_x \left[S - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 \frac{dx}{2} \right];$$

$$q_{s_2} = -\frac{2}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 + u_x \left[S - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 \frac{dx}{2} \right];$$

$$q_{s_3} = -\frac{3}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_3 + WS_3;$$

$$q_{s_4} = -\frac{4}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_4 + WS_4;$$

s -parallelepiped markazidagi moda konsentratsiyasi.

Tenglamalarning barchasini o'ng tomonidagi birinchi hadlar turbulent diffuziya hisobiga parallelepiped tomonlaridan o'tgan nanoslar miqdorini ko'rsatadi. Birinchi ikkita tenglamaning ikkinchi hadlari esa parallelepiped birinchi va ikkinchi tomonlaridan o'rtalashtirilgan tezli hisobiga o'tayotgan nanos miqdorini ko'rsatadi. Uchunchi va to'rtinchi tenglamalarning ikkinchi hadlari esa og'irlik kuchi hisobiga pastga qarab vertikal yo'nalishda gidravlik kattalik tezligiga teng tezlik bilan o'tayotgan nanos miqdorini ko'rsatadi. Qabul qilingan cheklanishga asosan,

$$q_{s_5} = q_{s_6} = 0;$$

Ma'lum bir vaqt davomida qaralayotgan parallelepiped hajmidan o'tgan nanoslar miqdori $s \rightarrow s + \frac{\partial S}{\partial t} dt$ o'zgarishini inobatga olsak, parallelepiped hajmidagi umumiy nanoslar miqdorini quyidagicha yozamiz:

$$dV \frac{\partial S}{\partial t} dt = (q_{s_1} - q_{s_2}) dx dz dt - (q_{s_3} - q_{s_4}) dx dz dt$$

Olingan tenglamaga yuqorida qabul qilingan nanoslar sarflari formulalarini quyamiz va tenglamaning 4 barcha hadlarini birlik vaqtga nisbatan yozamiz:

$$dV \frac{\partial S}{\partial t} = \left(\left[-\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 + u_x \left[S - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 \frac{dx}{2} \right] \right] - \left[-\frac{2}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 + u_x \left[S - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 \frac{dx}{2} \right] \right] \right) dx dz - \left(\left[-\frac{3}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_3 + WS_3 \right] - \left[-\frac{4}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_4 + WS_4 \right] \right) dx dz$$

YOki

$$dV \frac{\partial S}{\partial t} = \left[\frac{2}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 \right] dx dz - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 \right] u_x dx dy dz - \left[\frac{4}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_4 - \frac{3}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_3 \right] dx dz + W(S_3 - S_4) dx dz$$

Turbulent almashinuv koeffitsienti, nanoslar konsentratsiyasi va uning hosilasini qaralayotgan parallelepiped sohasida monoton o'zgaradi deb hisoblab yuqoridagi formuladagi parametrlar farqini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{2}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right) \right) dx$$

$$\frac{4}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_4 - \frac{3}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right)_3 = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right) \right) dy$$

$$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_1 - \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right)_2 \right] = \frac{\partial S}{\partial x}$$

$$S_3 - S_4 = \frac{\partial S}{\partial y} dy$$

Bu farqlarni yuqoridagi formulaga qo'yib, olingan natijani parallelepiped hajmiga bo'lamiz va quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u_x \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\frac{\partial S}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right) \right) - W \frac{\partial S}{\partial y}$$

Olingan tenglama turbulent diffuziya tenglamasining xususiy holati hisoblanadi, chunki nanoslar massasini kundalane yo‘nalishdagi o‘zgarishini inobatga olmagan edik. Tenglamani bu komponentni inobatga olib keltirib chiqarish ancha murakkab masala ekanligini inobatga olib, uning hosilaviy ko‘rinishini keltiramiz:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \left(\frac{\partial S}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(-\rho \left(\frac{\partial S}{\partial y} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(-\rho \left(\frac{\partial S}{\partial z} \right) \right) \right] - w \frac{\partial S}{\partial y}$$

Bunda,

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial t} + u_x \frac{\partial S}{\partial x} + u_y \frac{\partial S}{\partial y} + u_z \frac{\partial S}{\partial z}$$

Yozilgan ifoda *nanoslarning turbulent diffuziyasi tenglamasining* to‘liq ko‘rinishi hisoblanadi.

Turbulent oqimda turbulent almashinuv koeffitsienti (A) butun koordinatalar bo‘yicha o‘zgaruvchan bo‘ladi. Lekin ayrim amaliy masalalarda (A) o‘zgarmas deb qabul qilinganligi sababli, tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right] - w \frac{\partial S}{\partial y}$$

Bundan tashqari gidravlik hisoblarda suvga aralashib ketgan nanoslar gidravlik kattaligi nolga teng deb qabul qilinadi, ya’ni $w = 0$; Demak, nanoslarning turbulent diffuziyasi tenglamasini quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right]$$

Nanoslarning turbulent diffuziyasi nazariyasi tekis barqaror harakatlanayotgan oqimlar uchun keng qo‘llanilmoqda. Lekin ushbu nazariya uning asoschilaridan biri A.V.Karashev ta’kidlaganidek bir necha kamchiliklardan holi emas, jumladan:

- a) Muallaqlashgan nanos zarrachalarining turbulent oqim strukturasi ta’sirini inobatga olinmaganligi;
- b) Nanos zarrachalarining o‘zaro ta’siri inobatga olinmaganligi;

c) Pulsatsiyalanuvchi oqimda nanos zarrachalarining inersiyasi inobatga olinmaganligi;

d) Asosan nazariy asoslanmagan empirik formulalar asosida katta noaniqlikda hisolanadigan turbulent almashinuv koeffitsientining keng qo'llanilishi;

e)

M.A.Velikanov tomonidan muallaqlashgan nanoslarning gravitatsion nazariyasiga asos solingan. Bu nazariyaga asos sifatida nanoslarning oqim tarkibiga ko'tarilib, muallaqlashishi va harakatga kelishi oqimning gravitatsion kuchlari ta'sirida amalga oshadi degan fikr qabul qilingan. Bu nazariyada muallaqlashgan nanos zarrachalarining turbulent oqim strukturasi ta'sirini va nanos zarrachalarining o'zaro ta'siri inobatga olinishi nazarda tutilgan. Nazariya o'zining mantiqiy yakunini topmaganligi sababli, o'zining yetarli darajada asosligiga qaramasdan oqim dinamikasini o'rganish amaliyotida o'z o'rnini topmadi.

V.N.Goncharov 1938-yilda o'zining oqim kinematik strukturasi konsepsiyasiga asoslangan nanoslar harakatini struktura nazariyasini taklif etgan. Uning nazariyasiga asosan, nanos ustidan siqilgan holda aylanib o'tayotgan oqimning gidrodinamik sharoitlariga asosan unda ko'taruvchi kuchlar paydo bo'lib, uni oqim tarkibiga o'zan tubidan olib qo'shadi. Nanos yoki gruntning harakati keyingi bosqichlari oqimdagi burama harakatlar natijasida davom etishi e'tirof etilgan. Bu konsepsiyani isbotlash uchun tadqiqotchi quyidagi vaziyatni qarab chiqqan. Oqimning gorizontaal yuzasidan l o'lchamli kvadrat shakldagi yuza ajratib olib, uning bir qismi $(\psi^2 l^2)$ dan u_y tezlik bilan $s + \Delta s$ konsentratsiyali nanoslarni buramalar yuqoriga olib o'tadi deb qaragan. Qolgan $((1 - \psi^2) \cdot l^2)$ yuzadan to'ldiruvchi oqimlar u_y tezlik bilan s konsentratsiyali nanoslarni

Pastga shu qaralayotgan dt vaqt oralig'ida olib o'tadi. O'zluksizlik tenglamasi $\psi^2 \cdot u_x = (1 - \psi^2) \cdot u_y$ va burama diskertligini inobatga olib, qaralayotgan gorizontaal kvadrat shakldan yuqoriga va pastga shu oniy vaqt oralig'ida o'tgan nanoslar miqdorini yozamiz:

$$\psi^3 \cdot u_x \cdot l^2 \Delta S dt$$

Shu vaqt oralig'ida gidravlik kattalikka teng tezlik bilan s konsentratsiyali nanoslarning $l^2 W S dt$ miqdori kelib tushadi. V.N.Goncharov jarayonni barqaror deb hisoblab va $\Delta S = l' \frac{dS}{dy}$ deb qabul qilib, quyidagi natijaviy tenglamani yozgan:

$$\psi^3 \cdot u_{\bullet} l^2 l' \frac{dS}{dy} dt + WS = 0$$

Bunda, ψ – sonlar qismi, u_{\bullet} – ko'zgalish tezligining vertikal tashkil etuvchisi. l' ko'chish yo'li uzunligi. V.N.Goncharov bu formulaga bir necha cheklanish kiritib, nanoslarning o'rtacha konsentratsiyasini aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda taklif etgan:

$$\bar{S} = \frac{S_0}{1 + \frac{\alpha u}{\varphi u_y}}$$

S_0 – o'zan tubiga yaqin sohadagi nanoslarning konsentratsiyasi.

Bu konsepsiyaning eng ustunlik tomoni burama kuchlar ta'sirida nanoslarning og'irlik kuchiga qarshi yo'nalishda yuqoriga harakatlanishini etarli darajada fizik asoslanganligidir. Bundan tashqari, V.N.Goncharov O'zandagi jarayonlar faniga nanoslarni burama kuchlar ta'siri ostida maksimal ko'tarilish balandligi-***muallaqlashish shifti*** tushunchasi kiritdi.

A.N.Kolmogorovning bir jinsli siqilmas suyuqliklar uchun 1942 yilda ishlab chiqilgan oqimning pulsatsion energiyasi muvozanati haqidagi tasavvurida foydalanib, G.I.Barenblat 1955 yilda nanoslarning barqaror turbulent oqimlarda muallaqlashishi nazariyasini chop etdi. Bu nazariya yuqori darajada ilmiy asoslangan bo'lsada, uning tarkibidagi ayrim parametrlarni aniqlash ancha murakkab bo'lganligi sababli, o'zining amaliy o'rnini topmagan. Shu o'rinda ta'kidlash kerakki, ushbu yo'nalishda F.I.Frankl ham fundamental tatqiqotlar olib borib, o'z tarkibiga oqimning o'rtalashtirilgan pulsatsion energiyasi, uzliksizlik va harakat miqdorini olgan o'z tarkibida nanoslarni olib harakatlanuvchi oqim differensial tenglamalari sistemasini yozgan. Bu tenglamalar sistemasida tenglamalar soni 20 ta bo'lib, tenglamaga

kiruvchi noma'lumlar soni 39 taga etgan. Tabiiyki bunday tenglamalar sistemasini ochiq hisoblanib, uning yechimi mavjud emas. Bu tenglamalar sistemasini echish uchun juda katta miqdardagi boshlang'ich ma'lumotlar kerak, uni soddalashtirib, yechish uchun qulay ko'rinishga keltirsak, u diffuzion nazariyaga o'xshab qoladi. F.I.Frankl nazariyasini B.A.Fridman, A.K.Dyunin kabi tadqiqotchilar tomonidan rivojlantirilgan.

A.D.Girgidov tomonidan ham diffuzion nazariyaning shakllanishi bo'yicha katta hajmdagi fundamental tadqiqotlar olib borilgan. Bu tadqiqotchining bevosita rahbarligida nanosli oqimning bir, ikki, uch o'lchamli modellari va so'ngi tezlikli diffuziya tenglamasi tahlil qilinib, amaliy hisoblar uchun daryo va kanallarda harakatlanayotgan suv oqimida nanoslarning taqsimlanishi modellari taklif etilgan va ular keng qo'llaniladi. Bu modellar yordamida olingan hisoblash natijalari dala va eksperimental kuzatuvlar natijalariga yaxshi mos kelib, o'zining samaraliligini allaqachon isbotlagan.

Yuqoridagi tahlillarga asoslanib, hozirda nanoslarning suv oqimi tarkibida muallaqlashishi bo'yicha bir necha nazariyalar mavjud bo'lib, ulardan asosan keng qo'llanilayotgani diffuzion nazariya ekanligini ko'rish mumkin. Lekin, bu nazariya asosi bo'lgan turbulentslik nazariyasi to'liq nazariy asosga ega emasligi sababli, u ham jiddiy muammoga ega va uning yechimi juda uzoq vaqt talab qilishini asosli taxmin qilish mumkin. Bu nazariyaning asosiy muammolaridan biri, oqim tarkibida muallaqlashgan ko'rinishda harakatlanayotgan nanoslarning chuqurlik bo'yicha taqsimlanishi qonuniyatidir. Suv oqimining loyqalanganligini shunday m'yoriy qiymati mavjud bo'ladigi, bunday qiymatda o'z tarkibidagi muallaqlashgan nanos zarrachalarini oqim o'zoq masofalarga o'zan tubiga cho'ktirmasdan tashiydi. Oqimning bu holatiga mos keluvchi yuqori darajadagi loyqalanganligini suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati deb ataladi.

1.11. Suv oqimining eng yuqori darajadagi loyqalanganligi- oqimining

tashuvchanlik qobiliyati.Markaziy Osiyo daryolarida suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash.

Gidrotexnika amaliyotida oqimning suv oqimining o'z tarkibidagi nanoslarni cho'ktirmasdan uzoq masofalarga olib ketish imkoniyati *oqimning tashuvchanlik qobiliyati* deb ataladi. Yanada aniqroq ta'rif beradigan bo'lsak, suv oqimining o'z tarkibida muallaq harakatlanayotgan nanos zarrachalarini bemalol aralashtirib, harakatini ta'minlaydigan loyqalanganlikning maksimal – eng katta miqdori oqimning tashuvchanlik qobiliyati deb yuritiladi.

Umuman, oqimning tashuvchanlik qobiliyati (o'zandagi jarayonlarni o'rganadigan rus tilida yozilgan ilmiy adabiyotlarda *transportiruyushaya sposobnost potoka* deb yuritilishini alohida ta'kidlash lozim, chunki bu atama juda ko'p hollarda shunday yuritiladi)ni o'zandagi jarayonlarda muhim o'ringa ega ekanligi uchun uni o'rganish bilan juda ko'p tadqiqotchilar shug'ullanishgan. Ko'p hollarda M.A.Velikanov, S.X.Abalyans, SANIIRI, V.S.Knoroz, I.I.Levi, K.V.Grishanin, A.V.Karaushev, Begnoldlarning formulalari amaliyotda keng qo'llaniladi. Albatta, oqimning tashuvchanlik qobiliyati oqim harakatlanadigan o'zanning grundi bilan o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lib, avvalom bor o'zan joylashgan region sharoitiga uzviy bog'liqdir.

M.A.Velikanov bu kattalikni aniqlash uchun quyidagi formulani taklif etgan:

$$S = \frac{v^2}{gR} \cdot \frac{v_*}{W_0} \cdot \frac{C}{\sqrt{g}} \quad (23. 23)$$

Bunda, v – oqimning o'rtacha tezligi; v_* – dinamik tezlik; W_0 – o'rtacha gidravlik kattalik; R – gidravlik radius; S – Shezi koeffitsienti; g – erkin tushish tezlanishi.

SANIIRI - V.D.Jurin nomidagi O'rta Osiyo Irrigatsiya Ilmiy Tadqiqot Institut dala ekspeditsiyasi ma'lumotlari, laboratoriya kuzatuvlari natijasiga asoslanib O'rta Osiyoda, Kavkazda, Xitoy Xalq Respublikasi xududlarida qurilgan sug'orish kanallari uchun S.X.Abalyans tomonidan oqimning tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash uchun quyidagi empirik formula taklif etilgan:

$$S = 66,7 \cdot 10^{-6} Fr \cdot \frac{v_*}{W_0} \cdot \frac{C}{\sqrt{g}}, \quad (23.24)$$

bunda,

$$Fr = \frac{v^2}{gR} \quad (23.25)$$

Bizga ma'lum bo'lgan inersiya kuchini og'irlik kuchiga nisbatini xarakterlovchi bu Frud soni.

Gidrotexnika amaliyotida bu parametrni aniqlashda quyidagi ko'rinishga ega bo'lgan A.V.Karushev formulasidan keng foydalaniladi. Chunki, bu formula ma'lum nazariy va amaliy asoslarga ega bo'lib, tadqiqot natijalariga yaqinroq qiymat beradi [30]. Keyinroq bu formulaga batafsilroq to'xtalamiz.

$$S = 0,000057 \cdot \eta^2 \cdot N \cdot Q \cdot \frac{g^2}{H} \quad (23.26)$$

V.S.Knorozning laboratoriyada o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlari natijasiga asoslanib, I.I.Levi oqimning tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda taklif etgan:

$$S = \left(\frac{v}{W_0} \right)^4 \cdot \left(\frac{d}{g} \right)^{1.6} \quad (23.27)$$

d – nanos zarrachasining o'rtacha diametri [23].

K.V.Grishanin esa bu formulani yanada soddaroq ko'rinishda taklif etgan

$$S = Fr \cdot \left(\frac{v_*}{W_0} \right)^{1.25} \quad (23.28)$$

Yuqoridagilarga asoslanib, suv oqimining tashuvchanligini aniqlash imkoniyatini beruvchi empirik formulani umumiy ko'rinishda quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$S = k \frac{v^m}{(gHW_0)^n} \quad (23.29)$$

Bunda, nihoyatda keng o'zanlar uchun $H=R$ inobatga olingan;

H – o‘zanda harakatlanayotgan suv oqimining o‘rtacha ko‘rsatkichi;

k – proporsionallik koeffitsienti;

m, n – daraja ko‘rsatkichlari.

k – proporsionallik koeffitsienti va m, n – daraja ko‘rsatkichlari tadqiqotlar natijasiga asosan olingan ma’lumotlarga asoslanib aniqlanadi. Masalan, S.X.Abalyans Markaziy Osiyo sharoitida qurilgan sug‘orish kanallari uchun $k=0, 18$; $m=3, 0$, $n=1, 0$ tadqiqotlari natijasiga asosan e’tirof etgan bo‘lsa, K.I.Rossinskiy daryolar uchun quyidagi kattaliklarni olgan:

$$k=0, 24; m=3, 0, n=1, 0.$$

Professor X.A.Ismoilov suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash uchun Markaziy Osiyo xududidagi eng murakkab o‘zandagi jarayonlar ro‘y beradigan, loyqalanganligi eng yuqori Amudaryoda mavjud bo‘lgan Kerki, Tuyamuyun, Qipchoq, Chotli, Somonboy, Niyatboytas, Qiziljar gidropostlarda olingan ma’lumotlar asosida bir necha funksional bog‘liqliklarni olgan va ular asosida yuqorida e’tirof etilgan proforsionallik koeffitsienti va ko‘rsatkich darajalarining son qiymatlarini Amudaryoning boshqarilmaydigan (antropogen ta’sir mavjud bo‘lmagan qismi) va boshqariladigan (Tuyamuyun va Tashiotosh gidrouzellari ta’siri mavjud) sohalari uchun taklif etgan:

a) Kerki gidroposti uchun (antropogen ta’sir mavjud bo‘lmagan holat):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.30)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0, 22; m=3, 0; n=1, 0;$$

b) Tuyamuyun gidrostvori uchun (antropogen ta’sir mavjud holat):

a.
$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.31)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0, 031; m=2, 0; n=1, 0;$$

c) Qipchoq gidrostvori uchun (antropogen ta’sir mavjud holat):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.32)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,031; m=2,0; n=1,0;$$

d) Niyatboytas gidroposti (antropogen ta'sir mavjud holat):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.32)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,06; m=1,0; n=0,33;$$

e) Chotli gidrostvori (ta'sir bo'lmagan holat uchun):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.33)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,03; m=3,0; n=0,33;$$

f) Somonboy gidroposti (Tuyamuyun gidruzeli ta'siri mavjud bo'lgan holat):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.34)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,11; m=1,5; n=0,5;$$

g) Somonboy gidroposti (Tuyamuyun va Taxiatoch gidrouzellari ta'siri mavjud bo'lgan holat):

$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.35)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,01; m=1,0; n=0,33;$$

h) Qiziljar gidroposti uchun:

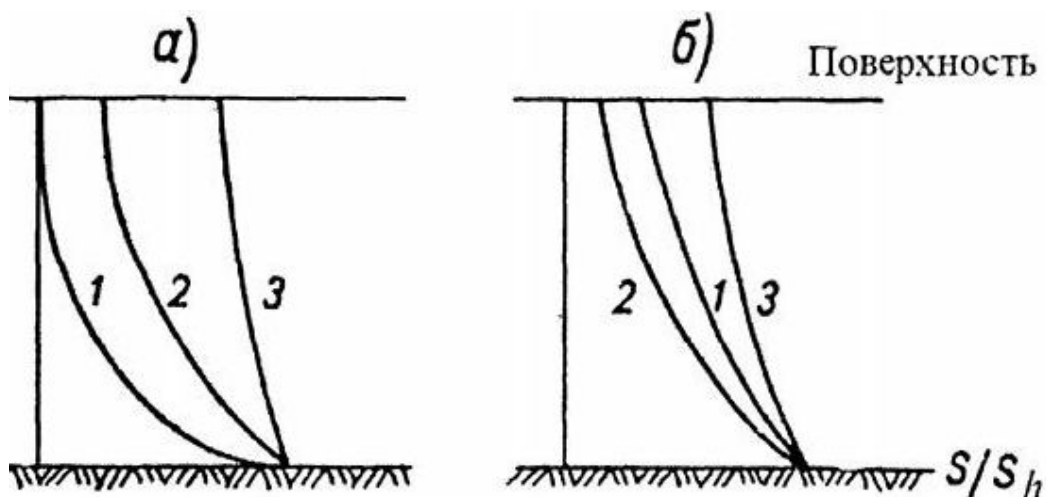
$$\lg S = f \left(\lg \frac{v}{(gHW_0)^{\frac{1}{3}}} \right) \quad (23.36)$$

Bu grafikka asoslanib, quyidagilar aniqlangan:

$$k=0,006; m=2,0; n=0,66;$$

1.12. Loyqalanganlikni oqim chuqurligi bo‘ylab taqsimlanishi

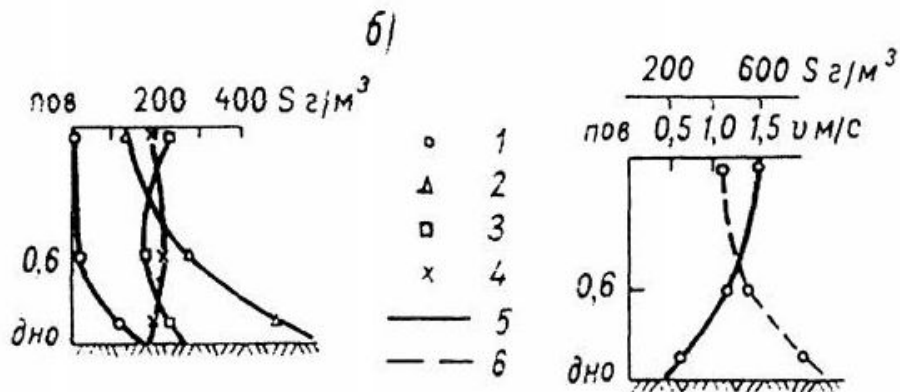
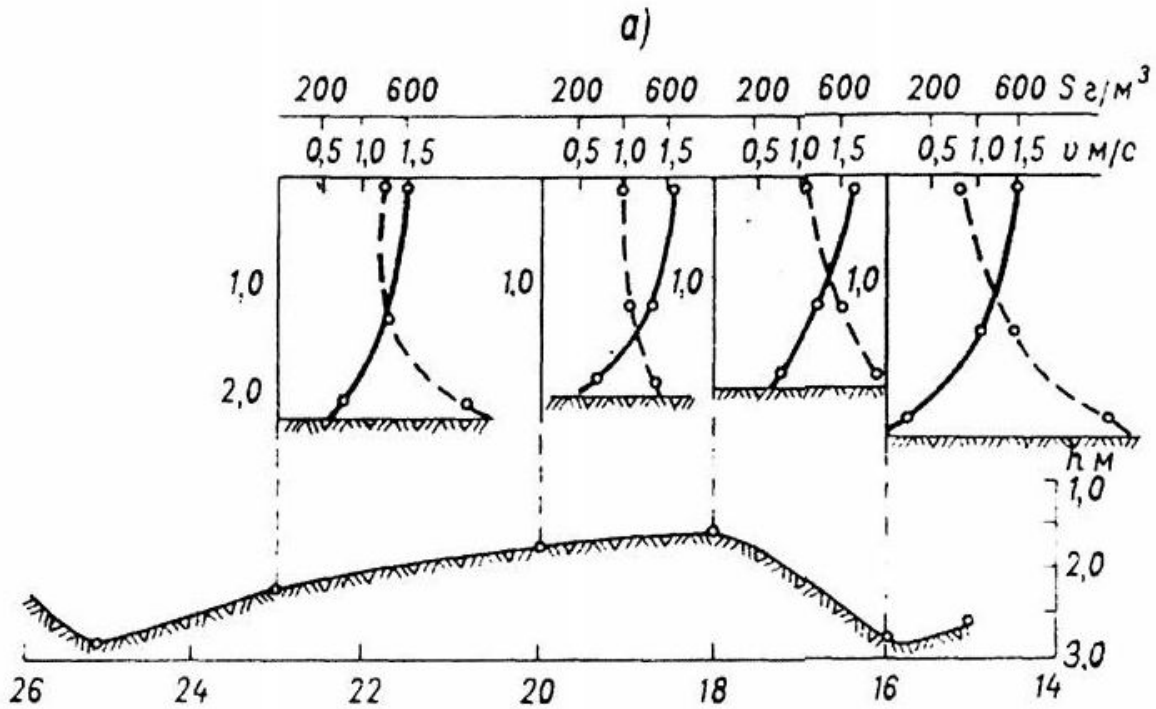
Loyqalanganlikni chuqurlik bo‘yicha taqsimlanish qonuniyati asosan loyqalanganlik o‘zan tubida yuqori darajada ekanligini va chuqurlik yuqoriga qarab kamaya boshlaganda loyqalanganlik ham kamayishi bilan ifodalanadi. Bu qonuniyat eksponensial egrilik ko‘rinishida bo‘ladi. Ko‘pgina holatlarda o‘zan tubi doimiy harakatda bo‘lgan nanoslardan iborat bo‘ladi. Bu nanoslar tarkibida muallaqlashuvchi nanoslar ham bo‘lib, ular doimiy ravishda oqim bilan o‘zan o‘rtasidagi o‘zaro almashinuv jarayonida ishtirok etishadi. Nanoslarning muallaqlashishi miqdori oqimning tekis barqaror harakatida stabillashgan xarakterga ega bo‘ladi. Loyqalanganlikni oqim chuqurligi bo‘ylab taqsimlanishi egriligi shakli o‘zgarmasda qoladi. Oqim bilan o‘zan o‘rtasidagi stabillashgan o‘zaro almashinuvda bo‘lishi, suv oqimining tuyingan holati deb yuritiladi va bunday holatdagi loyqalanganlik epyurasi *tekis taqsimlangan loyqa epyurasi* deb yuritiladi. Bu atama A.V.Karashev tomonidan kiritilgan. Bunday tekis taqsimlangan loyqa epyurasiga mos keluvchi nanoslar sarfi suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini aniqlovchi bo‘lib xizmat qiladi. Loyqalanganlik epyurasining ko‘rinishi asosan nanoslarning yiriklik darajasiga bog‘liq. Yirik nanoslarning oqim chuqurligi bo‘yicha taqsimlanishida o‘zan tubidan boshlab oqim sathiga karab jadal kamayishi bilan xarakterlansa, mayda o‘lchamli nanoslar miqdori nisbatan sekin kamayishi bilan xarakterlanadi.



1... rasm. O'lchov birliksiz loyqalanganlik $\left(\frac{S_0}{S_h}\right)$ ni vertikal yo'nalishdagi taqsimlanishi: a): 1-yirik nanoslar; 2-shrtacha nanoslar; 3-mayda nanoslar. b): 1-Nanoslar bilan to'yingan suv oqimda loyqalanganlikning taqsimlanishi; 2- nanoslar bilan to'yinmagan oqimda loyqalanganlikni taqsimlanishi; 3-me'yoridan ortiq nanoslar miqdoriga ega oqimda loyqalanganlikni taqsimlanishi.

Loyqalanganlikni taqsimlanishiga chuqurlikni oshishi, o'zan shaklini o'zgarishi, oqim sarfi, tezlik o'zgarishi va boshqa oqimning va o'zanning xarakteristikalarini o'zgarishi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Oqim tarkibida nanoslarning me'yoridan ortiq bo'lishi, uning to'yinmagan holatiga nisbatan loyqalanganlik epyurasining bir tekisli ko'rinishga ega bo'lishini ta'minlaydi.

Loyqalanganlik epyurasi ko‘rinishi epyura profili bo‘ylab o‘rtacha epyuradan farqli ravishda sezilarli o‘zgaradi.



1... rasm.Gryadlar ustida loyqalanganlikning taqsimlanishi: a)Gryad elementlari ustidagi umumiy loyqalanganlik; b)Butun gryad ustidagi o‘rtacha loyqalanganlik. Fraksiyalar: 1)1,0-0,5mm; 2)0,5-0,1mm; 3)0,1-0,01mm; 4)<0,01mm; 5)tezlik; 6) Umumiy loyqalanganlik;

Sel oqimlaridan boshqa barcha tabiiy suv oqimlari uchun analitik modellar bir xil bo‘lib ularda nanos zarrachalarining oqimga ta‘sirini va zarrachalar o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sirni inobatga olmaslik mumkin. Bunday holatlarda diffuzion nazariyani qo‘llab olinadigan barcha bog‘liqliklar dala va eksperimental tadqiqotlar natijalariga

yuqori darajada mos keladi. Bizga ma'lumki o'rtalashtirilgan loyqalanganlikni S nuqtadagi hususiy loyqalanganlikni S_i deb belgilasak quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$S = \sum_{i=1}^m S_i$$

m –

nanosdagi fraksiyalar soni.

A.V.Karashev bir necha cheklanishlar qabul qilib, jumladan turbulent almashinuv koeffitsientini aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda taklif etgan:

$$A = \frac{\rho g h}{MC} \sqrt{1 - p \frac{y^2}{h^2}}$$

va loyqalanganlikni aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda taklif etgan:

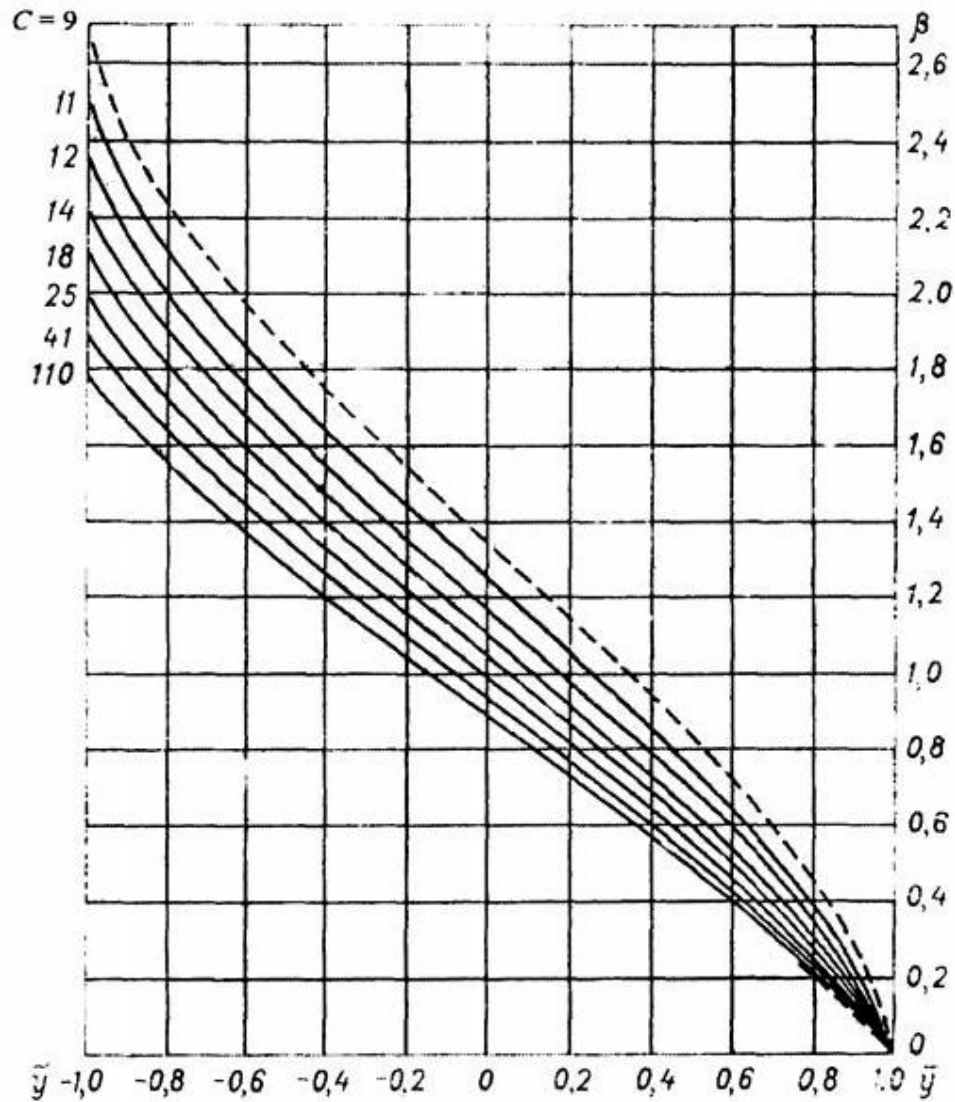
$$S_i = S_h l^{-\alpha G_i \beta \left(\frac{y}{h}\right)}$$

y -suv sathidan oqim chuqurligini aniqlovchi ordinata;

$$\alpha = \frac{\sqrt{MC}}{g}; G_i = \frac{u_i}{u_y}; \beta \left(\frac{y}{h}\right) = \arcsin \sqrt{p} - \arcsin \left(\frac{y}{h}\right) \sqrt{p}; M = 0.7C + 6; p = 0.57 + \frac{33}{C};$$

S_h - o'zan tubi sohasidagi loyqalanganlik.

A.V. Karashev bu formuladan foydalanib, loyqalanganlikni aniqlashni soddalashtirish uchun $\beta \left(\frac{y}{h}\right) = f \left(\frac{y}{h}\right)$ funksiyani hisoblash uchun quyidagi rasmda keltirilgan maxsus nomogrammani ishlab chiqqan.



1.... rasm. Loyqalanganlikni ochiq o‘zanlar uchun $0 < \tilde{y} < 1.0$ va quvurlar uchun $-1.0 < \tilde{y} < 1.0$ chuqurlik bo‘ylab taqsimlanishini hisoblash uchun $\beta(\tilde{y}) = \beta\left(\frac{y}{h}\right) = f\left(\frac{y}{h}\right)$ funksiya grafigi.

V.M. Makaveyev Bazen koefitsientini $m = 24$, turbulent almashinuv koefitsientini chuqurlik bo‘yicha o‘zgarmas deb hisoblab, loyqalanganlikni hisoblash uchun quyidagi formulani olgan:

$$S = S_h l \frac{2mCu_x}{g^{u_y}} \left(1 - \frac{y}{h}\right)$$

A.S.Obrazovskiy bu zarrachalar tashilishi takomillastirilgan modeliga asosan, quyidagi formulani taklif etgan:

$$S = S_h \left[\left(\frac{h}{y_h} \right)^n \frac{1 - \left(\frac{y}{h} \right)^n}{1 - \frac{y}{y_h}} \right]^{\frac{Wu_x}{4u_g^2 - W^2}}$$

$u_g = \sqrt{ghI}$ -dynamik tezlik; n - daraja ko'rsatkichi:

$y_h = h$ - o'lchangan S_h - loyqalanganlikka mos keluvchi chuqurlik.

Ko'pchilik soha mutaxassislarining fikriga asosan ta'kidlash mumkinki, turbulent diffuziya nazariyasining yarimempirik tenglamasiga asoslangan bu metod boshqa o'zining analoglariga nisatan qator ustunliklarga ega, lekin turbulent almashinuv koeffitsientining qiymatini aniqlash muammosi va muallaqlashuvchi zarrachalar tezligiga nisbatan gidravlik kattalikni o'lchab bo'lmaydigan darajada kichikligi kabi kamchiliklarga ega.

A.D.Girgidov yarim empirik tenglamalarga asoslangan nazariya imkoniyatlarini to'liq chegaralanganligini e'tirof etib, o'zining so'ngi tezlik diffuziyasi nazariyasiga asoslanib, suv oqimini uch chuqurlik bo'yicha uch sohaga ajratgan: ichki-yopishqoq, tubga yaqin $\left(0 < \frac{y}{h} < \left(\frac{y}{h} \right) \right)$ yoki logarifmik va Tashqi

$\frac{y}{h} > \left(\frac{y}{h} \right)$ qatlamlar. Bu qatlamlardan yopishqoq qatlam nihoyatda yupqa bo'lganligi uchun inobatga olmasdan, qolgan ikki qatlam uchun loyqalanganlikni chuqurlik bo'yicha taqsimlanishi formulalarini taklif etgan:

- logarifmik qatlam uchun: $s = S_h \left(\frac{y_h}{h} \right)^{\frac{1.8Wu'_x}{u_g'^2 - W^2}}$

$$\text{-tashqi qatlam uchun: } S = S \exp\left[\frac{4Wu'_x}{u'_g{}^2 - W^2}\right]\left(\frac{y_h}{h} - \frac{y_h}{y}\right)$$

Bunda, $u'_x = 1.3u'_g$; $u' = 0.7u'_g \frac{y}{y_h} = 0.4$. – s_h loyqalanganlik mavjud bo'lgan tubga yaqin sohaning yuqori chegarasigacha bo'lgan nisbiy masofa.

A.D.Girgidov bu formulani eksperimental va dala kuzatuv natijalari bilan taqqoslab ularni yaxshi natija berganligini o'z ilmiy ishlarida e'tirof etgan. Qarab chiqilgan formulalar tahlili bu masalani hozirgacha o'zining aniq yechimini topmaganini ko'rsatadi. Loyqaning chuqurlik bo'yicha taqsimlanishi juda ko'p omillarga, jumladan tasodifiy omillarga bog'liq bo'lganligi sababli, bu masalani matematik ifodalar yordamida nazariya asosida aniqlashni amaliy jihatdan imkoniyati mavjud emas.

1.13. O'zan tubi bo'ylab harakatlanuvchi nanoslar

O'zan tubi bo'ylab oqib tashib o'tadigan nanoslari suriluvchi nanoslar deb ataladi. Albatta, o'zan tubida surilib xarakatlanuvchi va oqim tarkibida muallak xarakatlanuvchi nanoslari tushunchasi shartlidir. Chunki, bitta zarrachaning uzun tubda surilib, gohida sakrab xarakat qilishi mumkin, u xolda u surilib xarakatlanuvchi nanoslari tarkibiga kirish mumkin. Shu zarrachaning o'zi suv oqimining boshqa bir parametrlarida oqim tarkibida muallak xarakatlanishi mumkin.

Qumdan iborat nanoslarining xarakatga kelishi kuzatilib, ularning xarakati o'rganilgan. Shu tajribalar tavsilotini quyidagicha ta'riflash mumkin. Tezlikning ma'lum bir qiymatlaridagi ayrim kattik zarrachalar surila boshlashi, ayrimlari joyidan ko'zg'alib, ko'tarilib tushib xarakatlana boshlaydi. Oqim tezligining oshishi ko'zgalayotgan zarrachalar miqdorining oshishiga olib kela boshlaydi. Oqimning bu xolatini boshlanishiga, ya'ni tubdagi zarrachalarni ko'zgalishini boshlanishiga mos keluvchi tezligi yuvilish tezligi deb yuritiladi. Bu yuvilish tezligi kattaligini bilishimiz Gidrotexnika amaliyotida muxim axamiyatga ega.

Mana shu ko'zgalayotgan qum zarrachalar miqdorining oshib borishi, dastlab oqimning pastki kismida ko'ndalang gryadlarni va keyinchalik qum to'liklarini paydo bo'lishiga olib keladi.

O'zan tubidagi katta o'lcham va vaznga ega bo'lgan nanoslar goh tubga urilib, goh ko'tarilib, dumalab harakatni amalga oshiradi. Bularni biz oqim tarkibida surilib harakatlanuvchi nanoslar deb yuritamiz. Bu nanoslarning qyun bo'lib, o'zan tubi bo'ylab qo'yun shaklida harakatlanishi gryadlar deb atalishini e'tirof etgandik. Bu nanoslarning harakatlanish xarakteri o'zanning oqim harakatiga qarshiligiga va oqim sarfigata'sir etadi. Oqim tezligini oshishi ko'm to'liklari kirralarining ko'tarilishiga va bu cho'qqi o'zunligini oshishiga olib keladi. To'lqin qirrasiga chiqqan zarracha pastki qismga surilib tusha boshlaydi. Bu yerda qirra pastki qismida suv aylanadigan turib kechadigan soxa paydo bo'lgan bo'lib, nanos zarrachasi shu yerga tusha boshlaydi. Tezlikning yanada oshishi natijasida qumning nixoyatda mayda nanos zarrachalari pastga emas, cho'qqi uchidan oqim tarkibiga muallaq xolatga o'tib keta boshlaydi. Albatta, bu vaziyatda tezlikning vertikal va gorizontal tashkil etuvchilari muxim rol o'ynaydi.

Katta o'lchamli ko'm zarrachalari esa ko'm to'lik ko'rinishda o'zan tubi bo'ylab xarakatni davom ettirishadi. Agar bu gryadlar yuvilmas kattik tubda xarakatlanishsa, kum zarrachalarining ma'lum bir tezlikda muallak bo'lib, oqim tarkibiga o'tishi davom etganda edi, keyinchalik ko'm to'likni yo'qolib ketadi.

Nanoslarni bu kategoriyasini atamasida ancha noaniqliklar bor. Shu sababli, bu nanoslarni shartli ravishda ikki xil nom bilan ataymiz. O'zan tubi bo'ylab, surilib, aylanib, goh oqim tarkibiga qo'shilib, goh o'zan tubiga tushib harakatlanuvchi nanoslarni *o'zan tubi bo'ylab surilib harakatlanuvchi nanoslar (vlekomiie nanosi)*. Bu nanoslar bilan harakatdagi gryadlarni o'z tarkibiga olib harakatlanuvchi nanoslarni *o'zan tubi nanoslari (donnie nanosi)* deb ataladi.

Ta'kidlash lozimki bu nanoslarni amaliyotda o'lchash masalasi ancha murakkab xarakterga ega. Chunki, ma'lum bir katta tezlikka ega bo'lgan daryo o'zanida harakatlanayotgan oqimning tubidagi harakatni kuzatish qiyin masala yoki dala sharoitida gryadni sarfini aniqlash uchun o'rnatiladigan har qanday asbob, gryad

dinamikasiga ta'sir ko'rsatadi, gryadning to'liq bir davrini ham aniqlash amaliy jihatdan mumkin emas. Ushbu qullanma muallifining O'rta Osiyo Irrigatsiya ilmiy tadqiqot instituti dala ekspeditsiyasi a'zosi sifatida Amudaryo daryosining o'rta qismida o'tkazgagan gidrometriologik o'lchovlar tajribalari natijasiga asoslanib, olinadigan natijalari aniqligi ancha past bo'lganligini e'tirof etish mumkin. Yuqoridagi fikrlar tasdig'i sifatida Sobiq Ittifoq Hidroetrologiya qo'mitasi tomonidan olingan natijalar noaniq bo'lganligi sababli, bu qumitaning ekspeditsiyasi o'lchov ishlarini bekor qilishganligini ko'rsatish mumkin. Bu vaziyatda asosiy kuch o'zan tubi nanoslar sarfini aniqlashning eksperimental usullariga qaratilgan va bu tadqiqotlar natijasida olingan sarfni aniqlash formulalari qo'llash uchun cheklanishlarga ega.

Nanoslar sarfi deganda biz nimani tushunamiz? Haqiqatdan ham daryo havzasidan uning o'zaniga juda katta nonekis hajmda nanoslar kelib tushadi. Masalan, suv sathi yuqori bo'lgan havzadan daryoga ko'p miqdordagi gruntlar yuvilib tushadi. Bu miqdor oqimning tashuvchanlik qobiliyatidan ancha yuqori bo'ladi. Bu ortiqcha nanoslar daryoning sayoz keng sohalarida joylashib qoladi. Endi suv sathi past bo'lganda esa suv tiniqlashgan bo'ladi va havzadan kelayotgan nanoslar miqdori oqimning tashuvchanlik qobiliyatidan ancha past bo'ladi. Bunday vaziyatda suv oqimi tuyinishi uchun o'ziga kerakli nanoslarni o'zan qirg'og'i va tubidan ularni yuvish orqali oladi. Lekin havzadan kelayotgan shunday miqdorda bo'lishi mumkinki, ularni hammasini suv oqimi cho'ktirmasdan olb ketishi mumkin. Berilgan gidrodinamik va gidravlik xarakteristikalarda suv oqimi tashiy oladigan nanoslar miqdori suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati ekanligini oldingi mavzularda e'tirof etganmiz. Mana shu xarakteristikaga mos parametrlar bilan suv oqimi tashiyotgan nanoslar miqdori esa *nanoslar sarfi* deb yuritiladi. Albatta, nanoslar sarfi suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatidan kichik yoki teng bo'ladi. Bu atama ko'proq oqimning tashuvchanlik qobiliyatiga mos kelsada, asosiy adabiyotlarda nanoslar sarfi deb yuritiladi.

Endi biz dastlab nanoslarni gryad shaklidagi harakati rejimlari, ularning klassifikatsiyalari, ularning paydo bo'lishi gipotezalari, gryadlar parametrlarini

aniqlash empirik formulalari bilan tanishamiz va keyingi bosqichda nanoslar sarfini aniqlash metodlari bilan tanishamiz.

Nanoslarni o‘zanni shakllantiruvchi va shakllantirmaydigan guruhlariga keyingi bosqichda bo‘lamiz, chunki bu masalani o‘rganishimizda gryadlar parametrlarini va nanosning harakat rejimini o‘zgartirishdagi kritik tezliklarga murojat qilishimiz mumkin.

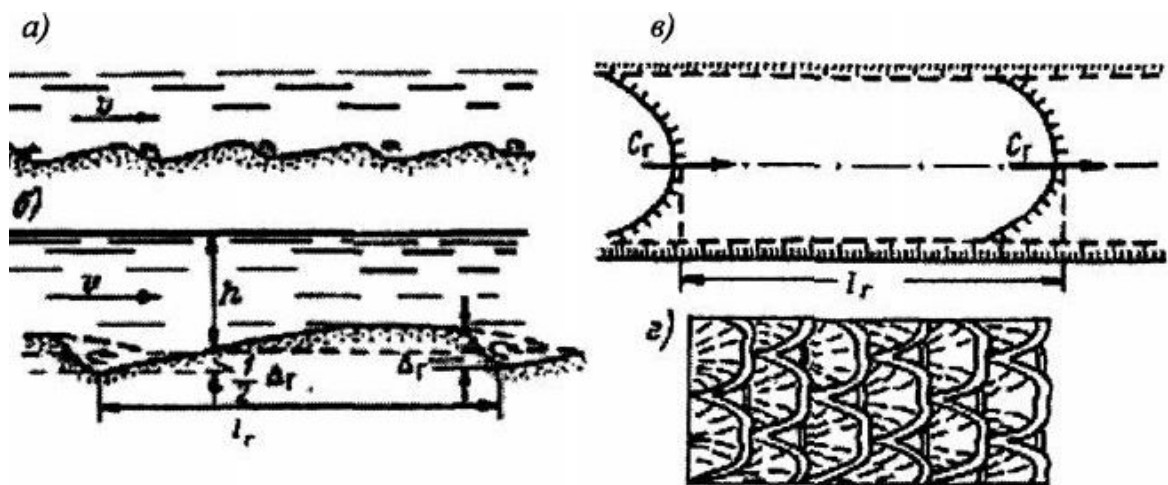
Keyingi bosqichda nanoslarni sarfiga ta’sir etuvchi asosiy parametrlar hamda o‘zan va poyma oqimlarining o‘zaro ta’sirini daryoning asosiy o‘zanidagi nanoslar tashilishiga ta’sirini ko‘rib chiqamiz.

1.14. Nanoslarning harakatlanishining gryad tartibi

1.14.1.O‘zan tubi nanoslari tizimi-Gryadlarning umumiy xarakteristikasi

Daryo o‘zanlari tubiga yaqin sohada surilib harakatlanayotgan tizma ko‘rinishdagi harakati gryadlar yoki nanoslar tizimasi deb yuritiladi. Bunday harakat asosan turli yoki bir xil zichlikka ega ikki xil muhitning chegarasida amalga oshadi. Masalan suv bilan havo, suv bilan qattiq gruntlar, havo bilan qattiq jismlar (barxanlar) va hokazo. O‘zandagi va poymadagi oqimlar tubida harakatlanuvchi nanoslar tizmasini xuddi qumli sahrolarda kuchli shamollar ta’sirida tizma bo‘lib harakatlanuvchi dyunlar, barxanlarga o‘xshash shaklda harakatga qiyoslash mumkin.

Dastlab nanoslar tizmasining asosiy parametrlari bilan tanishamiz. Nanoslar harakati davomida davriy shakllanib haraktlanuvchi nanoslar tizmasining oqim bo‘ylab o‘zan tubida harakatlanishi tezligi harfi bilan belgilanadi. Bundan tashqari nanoslar tizmasining asosiy parametrlari sifatida ularning balandligi- Δ ; uzunligi - l va tikligi $tg \frac{\Delta}{l}$ e’tirof etiladi. Nanoslar tizmasidagi nanoslar harakati davomida tizmaning yuqori qismi yuvilib, pastki tomoni nanoslar bilan to‘lib, tizmaning surilishi amalga oshadi.



1....rasm Nanoslar tizmasining harakati ko‘rinishlari: a) uzunlik bo‘yicha profil; b) nanoslar tizmasi parametrlari; v) plandagi lentasimon nanoslar tizmasi; g) barxanlar.

O‘zan tubida surilib harakatlanuvchi o‘zan tubi nanoslarini o‘zganish bilan o‘zandagi jarayonlarni o‘rganuvchi tadqiqotchilar uzoq vaqt davomida shug‘ullanib kelishmoqda. Juda ko‘plab dala va eksperimental tadqiqotlar olib borilgan. Shunga qaramasdan hozirgi davrgacha bu boradagi nanoslar tizmasi uchun muhim bo‘lgan prinsipial masalalar o‘z yechimini topmagan.

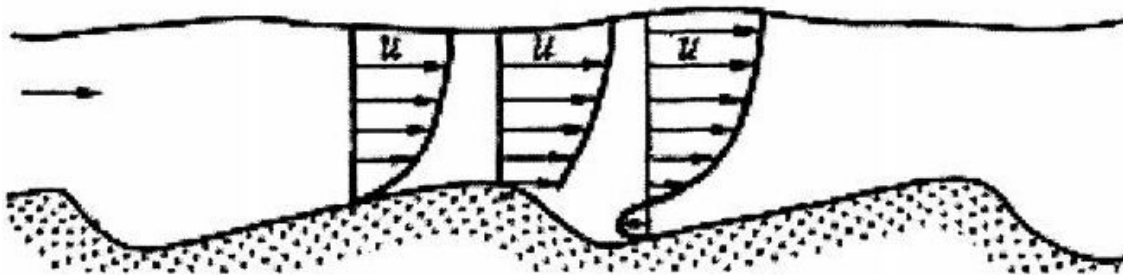
Nanoslar tizmasi harakati va o‘zandagi jarayonlarni o‘rganish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazgan olim N.S.Znamenskaya nanoslar tizmasini o‘rganishdagi ikki qarama-qarshilikni e‘tirof etgan:

1) Nanoslar tizmasi harakati etarli darajada o‘rganilib, ularning parametrlarini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab formulalar olingan. Lekin shu formulalarni o‘zanning qarshiligini va o‘zandagi deformatsion jarayonlarni hisoblashda qo‘llanilganda qoniqarli natija bermaydi;

2) Nanoslar tizmasinng ikki sinfi mavjud: rifellar (mikroshakllar) va barlar (mezoshakllar). Ularni birg‘biridan farqlovchi aniq bir chegaraviy shartlar mavjud emas, lekin nanoslar tizmasining o‘zan va oqim prametrlariga bog‘liqliklari bir biriga qarama-qarshiligi mavjud.

Bu ikki sinf nanoslar tizmasining parametrlarining oqim parametrlariga nisbatlari va ularning oqim tezligi maydoniga ta'siri turlicha bo'ladi. Rifellarning uzunligini balandlikka nisbati 1.5-2.0 dan 11-12 gacha o'zgarib, balandliklari oqim chuqurligida bir necha marotaba kichiq bo'ladi va mikroshakl hisoblanadi. O'zanning g'adir-budur sirti qarshiligiga nisbatan qarshilikni 2-7 marotaba oshirsada, suv oqimi tezligi maydoniga ta'sir ko'rsatmaydi. Bu nanoslar tizmasi maxsus adabiyotlarda boshqacha atamalar bilan nomlanadi.

Nanoslar tizmasi profili bo'yicha tezlik taqsimlanishi epyurasi quyidagi rasmda keltirilgan.



1.....-rasm Nanoslar tizmasi profili bo'yicha tezlik taqsimlanishi epyurasi

Nanoslar tizmasi ikkinchi sinfiga o'lchamlari oqim o'lchamlari bilan taqqoslash mumkin bo'lganlarini kiritish mumkin. Bu sinf nanoslar tizmasi balandligi oqim chuqurligini 30-50% ini tashkil etsa, uzunligi o'zan kengligidan bir necha bor katta bo'lishi mumkin. Ularning uzunligini balandliklariga nisbati bir necha o'nlik yoki yuzlikni tashkil etadi. Bu nanoslar ham maxsus texnik adabiyotlarda bir necha nom bilan atalib, jumladan mezoshakl deb yuritiladi. Ta'kidlash lozimki, bu mezoshakllar suv oqimining tezlik epyurasiga va maydoniga ta'sir ko'rsatadi, amaliy jihatdan olganda shakllantiradi.

Shu fiklardan kelib chiqqan holda nanoslar tizmalarini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan dala va eksperimental tatqiqotlar natijalarini o'rganamiz.

1.14.2.O'zan tubi nanoslarini o'rganish bo'yicha dala kuzatuvlari va eksperimental tatqiqotlar natijalari tahlili

O'tkazilgan tadqiqotlarning asosiy maqsadi o'zan tubi nanoslarining turli ko'rinishlarining shakllanishi sabablari, ularning xarakteristikalarini bilan suv oqimining gidravlik xarakteristikalarini o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik, o'zan tubi nanoslarining shakllanishi natijasida o'zan gidravlik qarshiligini oshishi qonuniyatlarini aniqlashdan iborat bo'lgan. Xuddi mana shu muammolarni echimini topish uchun butun dunyo mamlakatlarida o'zandagi jarayonlar bilan shug'ullangan olimlar o'z tadqiqotlarini olib borishgan.

Dastlabki tadqiqotlar yo'nalishi o'zanning va nanoslarning xarakteristikalarini, oqimning gidravlik xarakteristikalarini bilan nanoslar tizimining parametrlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlashga qaratilgan. Nanoslar tizimi uzunligi bilan oqim va o'zan xarakteristikasi o'rtasidagi bog'liqlik 1912 yilda Xamanning tadqiqotlari natijasida olingan:

$$l = f(h, u_x, D, \rho, \rho)$$

Tadqiqotlarning keyingi bosqichida tadqiqotchilar oqimning gidravlik xarakteristikalarini bilan nanoslar tizimining parametrlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash bilan birgalikda nanoslar tizimini paydo bo'lishi fizik mohiyati va mexanizimi, ularning ko'rinishlarini tiplarga ajratish va nanoslarni nanoslar tizimi shaklida harakatlenganda o'zanning gidravlik qarshiligini aniqlash metodlarini ishlab chiqishga harakat qilishgan. Bu tadqiqotlar natijasida bir necha empirik formulalar olingan bo'lib, bu formulalarning qo'llanilish chegaralari mavjud bo'lgan. Bu formulalar eksperimental tadqiqotlar vaqtidagi suv oqimi gidravlik xarakteristikasi bilan chegaralanib, boshqa gidravlik parametrlarda yuqori darajadagi noaniq natija beradi. Bu vaziyat o'zan tubi nanoslarining quyidagi to'rt asosiy yo'nalishini o'rganishni asosiy vazifa qilib belgilash imkoniyatini berdi:

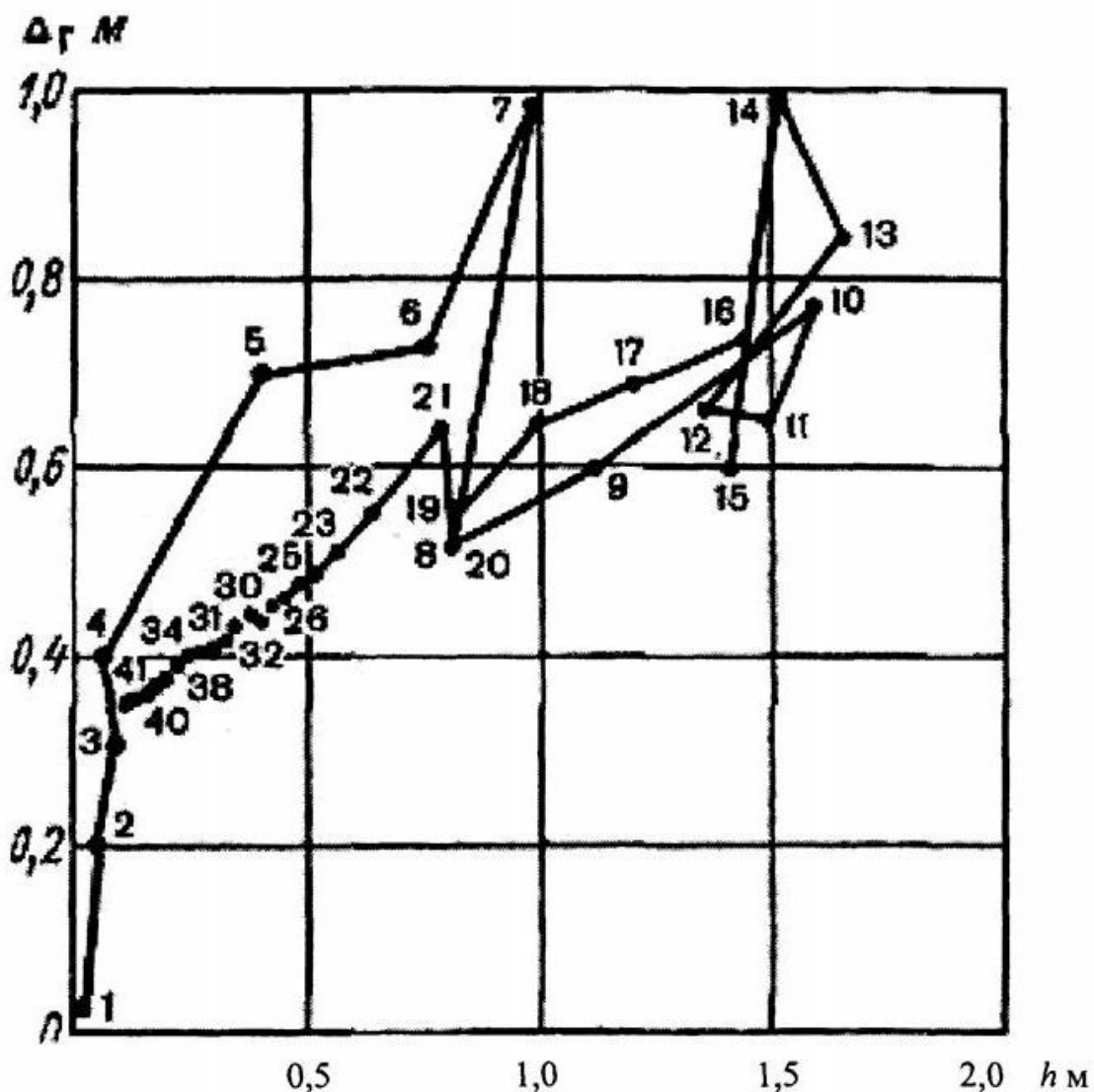
- a) ularning ko'rinishlarini tiplarga ajratish;
- b) shakllanishi sabablarini o'rganish;
- c) nanoslarni nanoslar tizimi shaklida harakatlenganda o'zanning gidravlik qarshiligini aniqlash metodlarini ishlab chiqish;

d) o‘zanning va nanoslarning xarakteristikalari, oqimning gidravlik xarakteristikalari bilan nanoslar tizimining parametrlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni aniqlash.

Labaratoriya sharoitidagi deyarli barcha tadqiqotlar suv oqimining barqaror harakati sharoitida bajarilgan. Tabiiy sharoitda nanoslar tizimining shakllanishi juda murakkab jarayonlardan biri hisoblanadi. Chunki, suv oqimi beqaror harakatda bo‘lib, nanoslarning inersionliga suyuqlikka nisbatan ancha katta bo‘ladi. Bundan tashqari, gidrologik rejimga va haroratga bog‘liq holda nanoslarning havzadan kirish va daryo o‘zanidan chiqishi muvozanatlari buzilishi, suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini o‘zgarishi, gidravlik kattalik va nanoslar fraksion tarkibini o‘zgarishi kabi vaziyatlar nanoslar tizimining ko‘rinishlari o‘zgarishiga, bir shakldan ikkinchi shaklga o‘tishiga, plandagi ko‘rinishiga o‘z ta‘sirini ko‘rsatadi. Hozirgi davrda mavjud texnikalar va o‘lchov, kuzatish asboblari bunday dala tadqiqotlari juda kam o‘tkazilgan. Bu yo‘nalishda keng ko‘lamdagi tadqiqotlar Sankt-Peterburg shahridagi GGI ilmiy tadqiqot instituti dala kuzatuvlari ekspeditsiyasi tomonidan suv oqimining beqaror harakati rejimida olib borilgan yagona tadqiqotlar sifatida e‘tirof etiladi.

Shunday tadqiqot suv oqimi tabiiy sharoitda oqqadigan Polomet daryosida o‘tkazilgan. Kuzatuv sohasi daryoning yoyilib oqqadigan sayoz qismida joylashgan bo‘lib, yil davomidagi suv sathi 17 sm ko‘tarilgan yozgi toshib oqish o‘n kunlik davrida va bahorgi toshib oqish 30 kun davom etgan, suv sathi 1.7 m ko‘tarilgan davrda amalga oshirilgan. Bu davrda o‘zan tubi nanoslar tizimining paydo bo‘lishi xarakteri turlicha bo‘lgan. Bunda nanoslarning gidravlik kattaligi, sarfi va toshqin xarakteri jadalligi bu jarayonga keskin ta‘sir etgan.

Yozgi davrda nanoslar tizimi toqinli davr qisqa bo‘lib, sath kam ko‘tarilganligiga bog‘liq bo‘lmagan holda sezilarli o‘zgargan. Nanoslar tizimi balandligi o‘z uzunligiga nisbatan tez o‘zgargan va bu o‘z navbatida nanoslar tizimini tikkaligini oshishiga sabab bo‘lib, buning natijasida o‘zanning oqim harakatiga qarshiligi oshishi kuzatilgan. Nanoslar tizimining balandligi suv sathi oshishiga sinxron ravishda quyidagi rasmda keltirilgandek oshgan.



1..rasm. Suv oqimi toshgan davrda nanoslar tizimi balandligini suv oqimi chuqurligiga bog'liqligi. 1-11 nuqtalar suv sathi ko'tarilgan davrga, 12-41 nuqtalar sath pasaygan davrga mos keladi. Nanoslar tizimining uzunligi suv toshishining dastlabki onlarida o'sgan, suv sathining keyingi oshishlarida kamaya borgan, sathni maksimal qiymatida oshib, sath pasayganda ham o'sgan. Sath pasayishining ma'lum bir davrida nanoslar tizimining uzunligini o'sishi to'xtagan. GGI tatqiqotlari natijasi suv sathi o'zining boshlang'ich sathini egallaganda nanoslar tizimining balandligi 3,0 barobar, uzunligi 1,5 barobar oshganligini ko'rsatgan.

Nanoslar tizimining suv sathi toshgan davrdagi parametrlarini asinxron tarzda o'zgarishi ularning tikkaligini o'zgartirib, o'zanning oqim harakatiga qarshiligini ham oshishiga sbabchi bo'ladi. Nanoslarning o'rtacha yirikligi deyarli o'zgarimasdan

qolgan. Bahorgi suv toshqini davrining birinchi davrida nanoslar tizimining balandligi, uzunligi, tikkaligi sath ko'tarilishi bilan oshib borgan. Suv toshqining eng avjga chiqqan davrida nanoslar tizimining balandligi ikki marotaba kamayib, uzunligi ikki marotaba oshgan shunga mos tarzda nanoslar tizimini tikkaligi ham kamayadi. Suv sathi pasaya boshlaganda nanoslar tizimining balandligi o'zining maksimal qiymatiga ega bo'lib, keyinchalik uzunlik bilan birga kamaya boshlagan. Sath pasayadigan davrda nanoslar tizimi parametrlari boshlang'ich davrga nisbatan bir necha bor katta bo'lgan. Demak, nanoslar tizimi o'z o'lchamlarini suv sathi pasaygan davrda, ko'tarilgan davrda oshirishiga nisbatan sekinroq kamaytirar ekan. Shu sababli, suv sathi kamaygan davrdagi suv oqimi o'zining xarakteristikasi (chuqurligi va tezligi)ga mos kelmaydigan nanoslar tizimi bilan harakatlana boshlaydi. Mana shu vaziyat statsionar oqimlarda kuzatuv natijalariga asoslanib qabul qilinadigan nanoslar tizimini parametrlarini oqim va o'zan parametrlariga bog'liqligini ko'rsatuvchi empirik formulalarni noaniq bo'lishiga sabab bo'ladi. Bahorgi suv toshqini davrida nanoslar tizimi tezligi, o'zan tubi nanoslari tarkibi, yirikligi yozgi toshqin davriga nisbatan o'zgaradi. Suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatining havzadan kelayotgan nanoslar sarfiga nisbati ham o'zgaradi.

Nanoslar tizimining shakllanishi jarayoni suv omborlarining pastki b'eflarida juda murakkab ko'rinishga ega bo'ladi. Chunki, suv omboridan Gidrotexnik inshoot (GTI)ning Pastki B'efi(PB)ga nanos bilan tuyinmagan tiniq suv oqimi yuqori tezliklarda o'zining kinetiklik parametrini birdan katta qiymatlarida oqib chiqadi. GTI PB o'zani tarkibi 10-15% mayda graviyli o'rtacha yiriklikdagi qumdan iborat bo'lganda nanoslar tizimini shakllanishi quyidagi ko'rinishda bo'lishligi dala tadqiqotlari natijalarida olingan. Bu uchastkada ikki kategoriyadagi nanoslar tizimi harakati kuzatilgan:

- a) Uzunligi bir necha yuz metr va balandligi bir necha metr bo'lgan lentasimon nanoslar tizimi, ya'ni mezoshakllar;
- b) Uzunligi bir necha un metr va balandligi bir necha santimetr bo'lgan oddiy nanoslar tizimi-makroshakllar.

GTIning sutkalik boshqarilishida sath tebranishish amplitudasi 3m., bo‘lib suv sathi ko‘tarilish 2-3 soatni tashkil etgan bo‘lsa, satni pasayishi 3-4 soatni tashkil etgan. Sath kutarilganda nanoslar tizimining parametrlari oshishi, sath pasayganda kamayishi kuzatilgan. Bunda nanoslar tizimining uzunligi oshishi, uning balandligi oshishiga nisbatan sekinroq bo‘lib, buning hisobiga nanoslar tizimining tikkaligi oshishi kuzatilgan. Lekin suvni tashlash amalga oshirilganda, sath amplitudasi keskin 1 m ga o‘zgarib, nanoslar tizimining balandligi yuqoridagi qonuniyatga nomutunosib ravishda o‘zgarishi kuzatilgan. Nanoslar tizimi o‘z o‘lchamlarini suv sathi pasaygan davrda, ko‘tarilgan davrda oshirishiga nisbatan sekinroq kamaytiradi. SHu sababli, suv sathi kamaygan davrdagi suv oqimi o‘zining xarakteristikasi (chuqurligi va tezligi)ga mos kelmaydigan nanoslar tizimi bilan harakatlana boshlaydiva nanoslar tizimining parametrlari boshlang‘ich vaziyatiga nisbatan 15-20% ga yuqori bo‘ladi. GTI haftalik boshqarilganda ham gryadlar parametrlari o‘zgarishi analog tarzda bo‘lib, faqat suv sathi amplitudasining katta farq bilan o‘zgarishi hisobiga, nanoslar tizimining balandligining maksimal va minimal qiymatlari o‘rtasidagi farq 30-40% ni, uzunligining maksimal va minimal qiymatlari o‘rtasidagi farq 20-30% ni tashkil etgan. Oldin keyin bo‘ladigan suv toshqini hisobiga sathlarlarning ko‘tarilishi va pasayishi jadal bo‘lganligi uchun ish haftasining so‘ngi kunida nanoslari tizimining balandligi oshishi kuzatiladi. Lekin, amalda birinchi ish kunining o‘zida nanoslar tizimi o‘zining dastlabki parametrlarini tiklab oladi. Gryadlar parametrlari GTI PBga maksimal suv miqdori quyib yuborilganda keskin o‘zgaradi. Tadqiqotlar suv sathi GTI PBda 5.5 m bo‘lganda gryad balandligi 1.5 marotaba, uzunligi 3.3 marotaba oshganligini ko‘rsatgan.

Demak yuqoridagilarga asosan xulosa qilish mumkinki, GTI PBda suv oqimining beqaror harakatida nanoslar tizimining qayta shakllanishi o‘zani boshqarilmaydigan daryolarda tabiiy tarzda beqaror harakatlanadigan suv oqimi ta’sirida nanoslar tizimining qayta shakllanishidan keskin farq qilar ekan.

1.14.3. O‘zan tubida harakatlantgan nanoslarlarning tasnif-klassifikatsiyasi

O‘zan tubi nanoslarini ilmiy asoslangan tarzda tasniflash suv oqimining va o‘zanning parametrlariga bog‘liq bo‘lgan o‘zan tubi nanoslarining parametrlarini aniqlash uchun olinadigan hisobiy bog‘liqliklarning aniqlik darajasini oshiradi. Shunga asoslanib, o‘zan tubi nanoslarini tasniflash katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega ekanligini e‘tirof etish mumkin. Bu yo‘nalishda juda ko‘plab tadqiqotchilar izlanishlar olib borishgan bo‘lib, bulardan hozirgi davrgacha o‘z mantiqan yechimini topmagan muammoni hozirgi davrdagi nisbatan mukammall hisoblangan tasniflash usuli bilan tanishamiz. Faqat istisno tariqasida eski tasniflash usullaridan o‘z zamonasining buyuk soha mutaxasislari K.I.Rossinskiy va I.A.Kuzmin tomonidan 1947 yilda taklif etilgan o‘zan tubi nanoslari tasnifiga va o‘zanning nisbiy kengligi $\left(\frac{B}{h}\right)$ ga asos bo‘lgan tasniflash bilan tanishamiz. Garchand bu tasniflashda nanoslar yirikligi, suv oqimi harakatlanishi rejimi kabi gryadlarning ko‘rinishini shakllanishiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar inobatga olinmagan bo‘lsada, gryadlarning shakllanishi va ko‘chishi nazariyasiga asos solingan deb hisoblashimiz mumkin.

Nanoslar tizimining tasnifini yaratishdagi keyingi bosqich sifatida V.N Goncharov tomonidan 1954 yilda, J.Kennedi tomonidan 1963 yilda ishlab chiqilgan tasnifni e‘tirof etish mumkin. Bu ikkala tadqiqotchi, ayrim atamalardagi farqni inobatga olmaganda, bir biriga yaqin tasnifni taklif etishgan. Ular o‘zan tubi nanoslari harakatini quyidagi fazalarga bo‘lishgan:

- Nanoslar tizimi mavjud bo‘lmagan faza: $v < v < v'$;
- O‘zan tubi nanoslari fazasi: $v' < v < v''$;
- Nanoslar tizimining yemirilishi fazasi $v'' < v < v'''$;
- Ikkinchi nanoslar tizimisiz faza $v \geq v'''$;
- Frud sonining $Fr > 1.0 - 1.5$ qiymatlariga mos oqim harakatida oqim bo‘ylab harakatlanuvchi antidyunlar.

Bu tasniflashda asosiy parametrlar sifatida suv oqimi o‘rtacha tezligi, Frud soni va nanoslar yirikligi qabul qilingan. Chunki, oqim o‘rtacha tezligining $v \geq v$ qiymatlarida nanoslarning tubdan uzulib yoki dumalab harakatlanishi boshlanadi.

O‘zan tubi nanoslari tezlikning quyidagi ko‘rinishda aniqlanadiga birinchi kritik qiymatiga erishganda boshlanadi:

$$v' = 2.5 \cdot v \left(\frac{D_{5\%}}{h} \right)^{1/12}$$

Suv oqimi harakati tezligi oshishi bilan nanoslar tizimining o‘lchamlari va ko‘chish tezligi osha boshlaydi. Nanoslar tizimining jadal shakllanishi suv oqimining ikkinchi kritik tezlikka erishganida kuzatiladi :

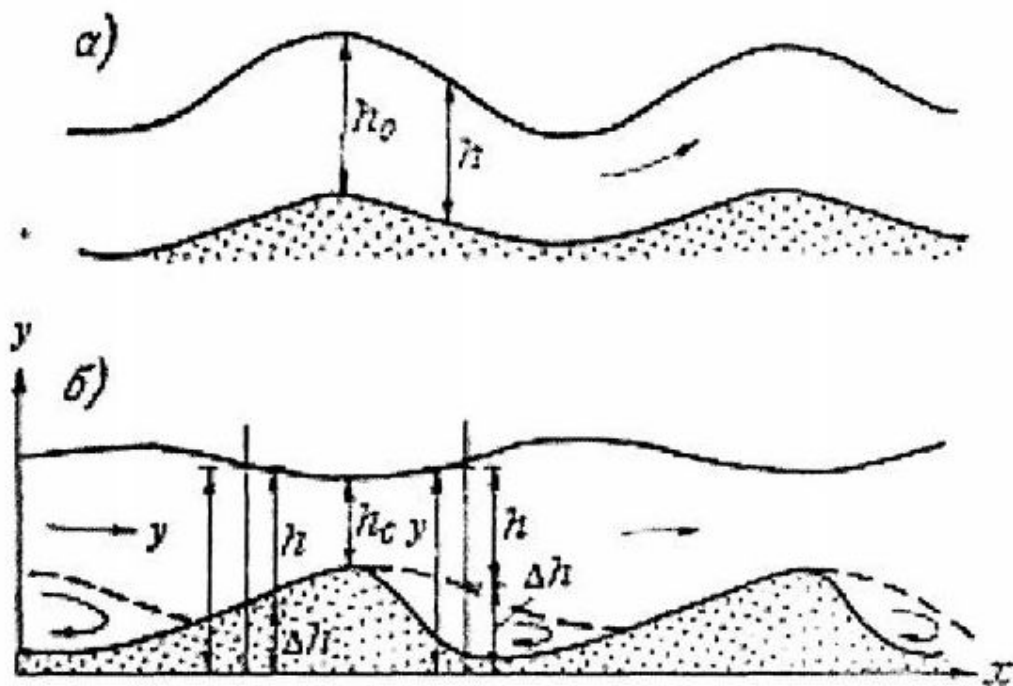
$$v'' = 0.25v'' + 0.75v'''$$

Bunda nanoslar o‘zan tubi nanoslar tizimining tepaligidan pastga sirpanib to‘shib, tepalikni yemirilishiga va pastki sohani ko‘milishiga sababchi bo‘ladi. Shu tarzda barcha nanoslar harakatga keladi. Shu bilan birgalikda suv oqimining ikkinchi tezligiga erishganda ayrim nanoslar suv aylanish sohasiga tushib qolib, pastga emas keying nanoslar tizimi tepalikchalari ustiga tushib harakatlanadi. Shuning uchun nanoslar tizimi pastki qismida balandliklar paydo bo‘lishi uchun nanoslar yetishmasdan, balandliklar yemirilib boradi va nanoslar tizimida gorizontalar maydonlar paydo bo‘ladi. Bu maydonlar kesilgan nanoslar tizimini shakllantiradi. Va nihoyat suv oqimi quyidagi formul yordamida niqlanadigan uchunchi tezligiga erishganda nanos tepalikchalar to‘liq yemiriladi:

$$v''' = 2.5 \cdot v \left(\frac{h}{D_{5\%}} \right)^{1/12}$$

Bu rejimda nanoslar sarfi umbaloq oshib tushayotgan va nanoslar tizimi sarflari yig‘indisidan iborat bo‘ladi. Suv oqimining $v \geq v'''$ tezliklarida, nanoslar quyqa shaklida harakatlanib, bu rejimni nanoslar tizimisiz harakatning ikkinchi fazasi deb yuritiladi. Bunday harakatda frud soni o‘zining kritik qiymatidan kichik bo‘ladi. Frud sonining kritik qiymatidan katta qiymatlarida nanoslar tizimi uchburchak shakl ko‘rinishiga ega antidyunlarga aylanib harakatlanadi. Bu ko‘rinishdagi nanoslar

tizimi harakati asosan tog‘li xududlardagi daryo o‘zanlarida mavjud bo‘lib, tabiatda kam kuzatiladi. Nanoslar tizimidan farqli o‘laroq, ularda tepalikchalar emas pastki sohalar yemirilib, ulardan kutarilgan nanoslar oqim bo‘yicha pastda joylashgan tepaliklarga joylashganligi sababli, nanoslar tizimi oqimga qarshi yuqoriga suriladi, lekin nanoslar harakati oqim bo‘ylab pastga harakatlanadi. Shuning uchun ularga antidyunlar-oqim yo‘nalishda harakatlanuvchi qum tepalikchalar deb nom berilgan. Oqim shovqinli harakatda bo‘lib, oqim va nanoslar tizimi fazalari bir biriga mos keladi. Quyidagi rasmda keltirilganidek boshqa fazalarda ular bir biriga qarama-qarshi fazalarda bo‘lishadi.



1... rasm Antidyunlar va nanoslar tizimi. Oqim sathi va o‘zan tubi vaziyatlari: a) Frud sonining $Fr > 1.0$ qiymatlarida va b) Frud sonining $Fr < 1.0$ qiymatlarida.

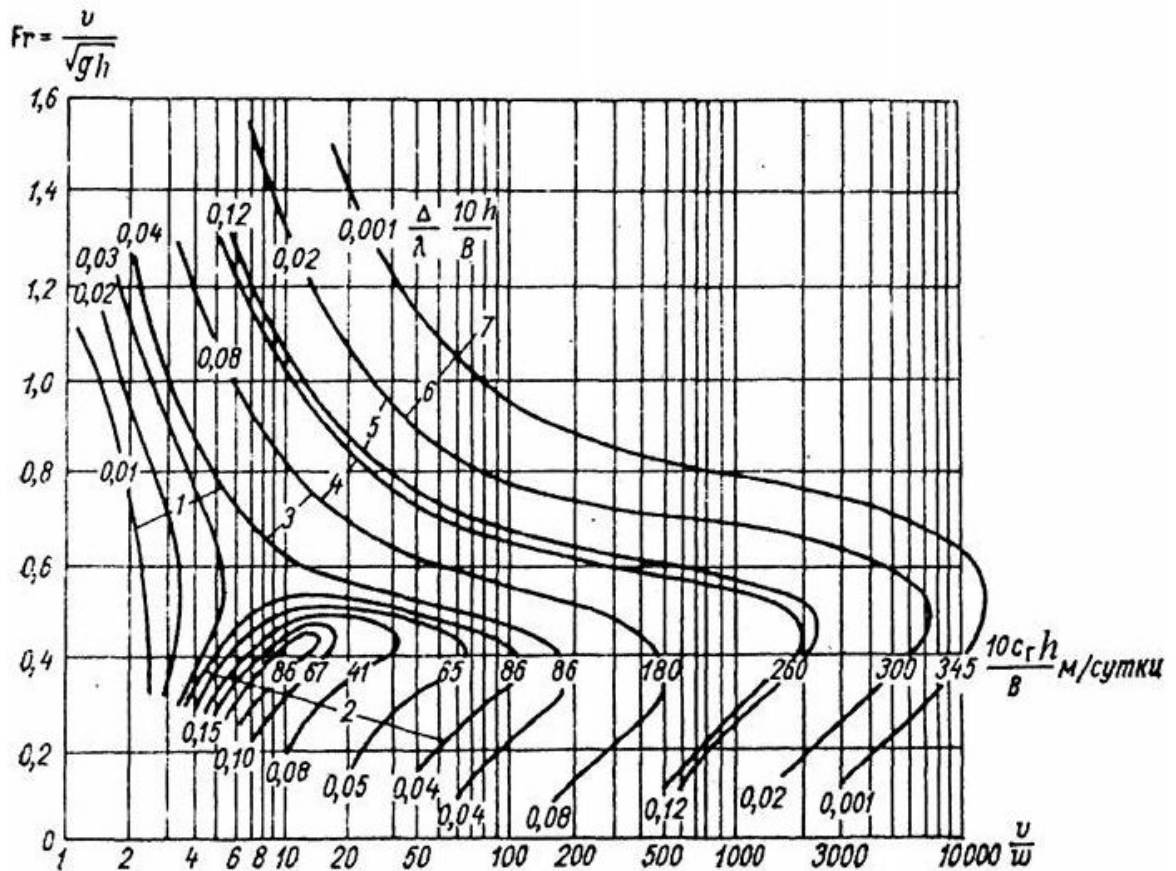
Laboratoriya sharoitidagi eksperimental tatqiqotlar natijasiga asoslangan, bu tasnif Frud soni kiritilib, nanoslar ko‘chishini nanoslar tizimi va antidyunga bo‘linishi sababli, mantiqiy asosga ega. Lekin, tekis masala ko‘rilib, nanoslar o‘lchamlari va nanoslar tizimining makro va mezoshakllardagi ko‘rinishlarga ajratilmaganligi uning asosiy kamchiliklari hisoblanadi.

J.Kennedi bu sohadagi o‘z tadqiqotlarini davom etkizib, 1971 yilda nanoslar tizimining quyidagi jadval ko‘rinishidagi tasnifini ishlab chiqdi:

J. Kennedi taklifi bo‘yicha o‘zan tubi nanoslari			
Tub shkali	o‘lchamlari	Nanoslar tizimi shakli	Harakati
<i>Rifellar</i>	o‘zunligi 30 sm dan kichik, balandligi 3 sm dan kichik	Yagona qiyin yuviladigan yuqorigi qiyalikka va tabiiy qiyalik koefitsienti qiymatiga yaqin	$S_g < u$. tezlik bilan pastga harakatlanuvchi 0.6 mm dan yirik nanoslarda uchramaydi
Barlar, me-zoshakllar	Uzunligi o‘zankengligi bilan, balandligi o‘zanda harakatlanayotgan oqim	Profilda rifellarga o‘xshash, plandagi ko‘rinishi turlicha	Barlarning to‘rt xil ko‘rinishi: 1) nuqtasimon. 2) Almashib keluvchi, 3) kundalang, 4) irmoqsimon (chiqqan konus); rifellar ularda bo‘lishi
Dyunlar, ikkilamchi nanoslar	Uzunligi va balandligi rifellardan	Rifellarga o‘xshash	Yuqorigi qiyalik rifellar bilan qoplanishi mumkin, pastka rifellar singari suriladi
O‘tuvchi oblast	Katta doirada o‘garadi	Past balandlikdagi silliq fazaga	Sezilarli darajada o‘zgaradi
Silliq faza	Katta doirada o‘garadi	Past balandlikdagi silliq fazaga o‘tayotgan dyunlar	SHaklga ega emas. Ayrim qatorlarda tezlik va balandlik bo‘lmasligi mumkin
Antidyunlar	Uzunligi $2\pi v^2/g$ Balandligi oqim chuqurligi va tezligiga	Tepalikcha balandligini to‘lqin o‘zinligiga taqqoslash mumkin profilda sinusoidaga o‘xshash	To‘lqin tepalikchasi fazasida, oqim hossasiga bog‘liq holda oqim bo‘yicha yuqoriga, pastga harakatlanadi yoki joyida turadi

J.Kennedi jadval ko‘rinishidagi tasnifida nanoslar tizimining uch ko‘rinishi uchun miqdoriy xarakteristikasi berilgan bo‘lib, ayrimlari masalan, dyunlar etarli darajada xarakterlanmagan. Tasnifda o‘lchamlari o‘zan o‘lchamlari bilan tenglashtirish darajasidagi barlar va rifellar o‘rtasidagi prinsipial farqlar keltirilgan, lekin rifellar bilan dyunlar o‘rtasidagi prinsipial farqlar keltirilmagan.

N.S Znamenskaya ham nanoslar tizimini o‘ziga xos tasnifni keltirgan. Bu tasnifga gidravlik kattalik, o‘zan nisbiy kengligi, Frud soni asos qilib olingan. Quyidagi rasmda ko‘rsatilganidek, N.S.Znamenskaya nanoslar tizimi harakatini 7 ko‘rinishga ajratgan.



Rasm 1.. Nanoslar tizimining N.S.Znamenskaya taklif etgan tasnifi: 1-nanoslar harakati mavjud bo‘lgandagi silliq nanoslar tizimi (barlar); 2-rifellar(mikroformalar); 3-qiyyshaygan nanoslar tizimi (barlar); 4-tik nanoslar tizimi(barlar); 5-yuvilgan nanoslar tizimi (silliq, qiyyshaygan nanoslar tizimi); 6-silliq faza; 7-antidyunlar (oqim harakati yo‘nalishiga teskari yo‘nalgan qumtepaliklar)

Bu klassifikatsiyaning V.N.Goncharov tomonidan taklif etilgan umumiy tomonlari mavjudligi bilan birgalikda farqli ustunliklari ham bor. Masalan, N.S.Znamenskaya tekis masaladan fazoviy masalaga o'tgan. Masala sezilarli detallashtirilgan. Lekin, N.S.Znamenskaya tomonidan taklif etilgan tasnif etarli darajada laboratoriya va dala tadqiqotlari bilan asoslanmagan. GGI tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar rasmdagi egriliklarning aniqlik darajasi pastligini tasdiqlagan. Bu tasnifni yetarli darajadagi ma'lumotlar bilan to'ldirib, rivojlantirish maqsadga muvofiq deb hisoblash mumkin.

N.E Kondratev esa diskretlik prinsipiga asosan o'zan tubi nanoslarini tasnifini ishlab chiqdi va o'zan shakllarini ikki strukturaviy darajaga, ya'ni sinfga bo'ldi: mikros Shakllar va mezoshakllar. Qanday sharoitda olinishidan qat'iy nazar bu ikki strukturaviy daraja, laboratoriya va dala sharoitidagi o'zan tubi nanoslari bir xil qonuniyatga bo'ysunadi degan xulosaga olib keladi. Bu tasnifning kamchiligi sifatida barcha laboratoriya sharoitida olingan o'zan tubi nanoslari bir xil ko'rinishda deb qabul qilinganidir.

Shunday qilib, ushbu mavzu xulosasi sifatida, barcha mavjud tasniflar o'ziga xos kamchiliklardan xolis emasligini e'tirof etish mumkin. Bunga asosan, mukammallashgan va ilmiy asoslangan o'zan tubi nanoslari tasnifini ishlab chiqish yaqin kelajakdagi dolzarb vazifa hisoblanadi.

1.14.4. O'zan tubi nanoslarining paydo bo'lishi sabablari

O'zan tubi nanoslarining paydo bo'lishi mexanizmi va shakllanishi nazariyasini yaratish uchun asosan turbulentslik nazariyasi asos bo'lishi mumkin. Lekin turbulentslik nazariyasining o'z ilmiy asoslangan holda yaratilgani yo'q. Lekin shunga qaramasdan hozirgi kungacha o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida o'zan tubi nanoslarini paydo bo'lishi va shakllanishini asoslovchi ilmiy gipotezalar ishlab chiqilgan. Bu gipotezalarning eng murakkab tomoni o'zan tubi nanoslarining davriyligini nazariy jihatdan asoslashdir. So'ngi davrlarda o'zan tubi nanoslarining

ikki guruhi o‘zan tubi nanoslari ikki guruhi rifellar(mikroshakllar) va barlar (mezoshakllar) paydo bo‘lishi sabablari turlichadir degan fikrlar ancha kuchli salmoqqa ega. Lekin, bu noto‘g‘ri fikr degan tadqiqotchilar ham bor.

O‘zan tubi rifellari-mikroshakllarning paydo bo‘lishi sabablarini talqin qiluvchi asosiy konsepsiyalar bilan tanishamiz. N.S. Znamenskaya o‘zan tubi nanoslarining mikroshakllari paydo bo‘lishi sabablariga oid nashr qilingan ilmiy ishlarni tahlil qilib asosan ularda to‘rtta qarashni ajratgan bo‘lsa, professor N.B.Barqshnikov bunga beshinchi qarashni ham qo‘shishi kerak deb hisoblaydi. Bular quyidagilardan iborat:

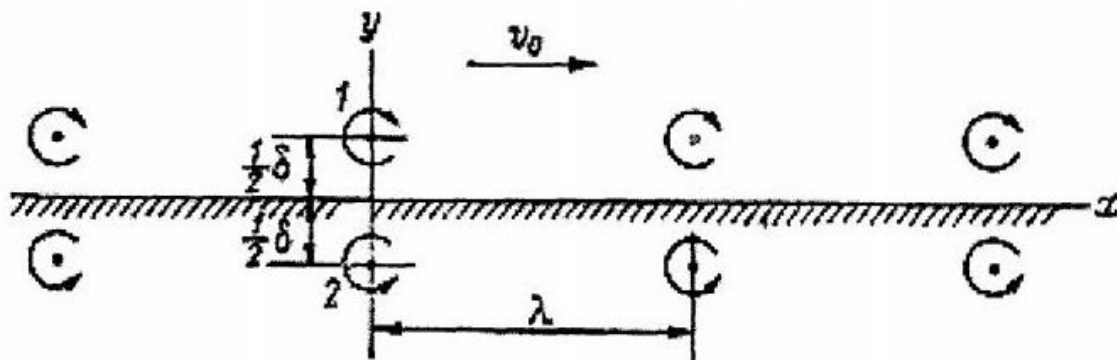
- O‘zan oqimining makroturbulentligi;
- Mikrog‘adirda budurlikni qo‘zg‘atuvchi ta‘siri;
- O‘zan oqimlaridagi davriy avtotebranishlar;
- Suv oqimining ostki qismidagi urinma kuchlanishlar hisobiga paydo bo‘ladigan tizillab oqadigan oqimchalar;
- Suv oqimining to‘lqinsimon harakati.

Albatta bu konsepsiyalar shartli ravishda qabul qilingan bo‘lib, ularning bir biriga o‘xshashlik tomonlari ko‘p. Lekin bunday sistemalashtirish ularni kamchilik va ustunlik tomonlarini anglash imkonini beradi. Endi turli tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan bu konsepsiyalarning fizik mohiyatini ko‘rib chiqamiz va ularning asosiy mazmuni bilan tanishamiz.

M.A.Velikanov o‘zi ishlab chiqqan mikrotrbulentlik nazariyasi o‘zan tubi nanoslarining paydo bo‘lishi asoslab berishini e‘tirof etgan. Lekin M.A.Velikanov ishlab chiqqan va keyinchalik bir necha tadqiqotchilar tomonidan rivojlantirilgan bu konsepsiya o‘zan tubi nanoslarining davriylikni va mutanosibligini buzilishini simmetriyasizlikni asoslab bera olmaydi. Bu konsepsiya keyinchalik bir necha tadqiqotchilar tomonida takomillashtirilgan. Jumladan, K.V.Grishanin buning asosiga kichik tebranishlar nazariyasini qo‘shdi. K.V.Grishanin o‘zan tubi nanoslarini paydo bo‘lishi jarayonini uch bosqichdan iborat bo‘ladi deb hisoblagan. Birinchi bosqich makromasshtabli tebranishlar bilan chegaralangan. Bu vaqt davomida aralashma

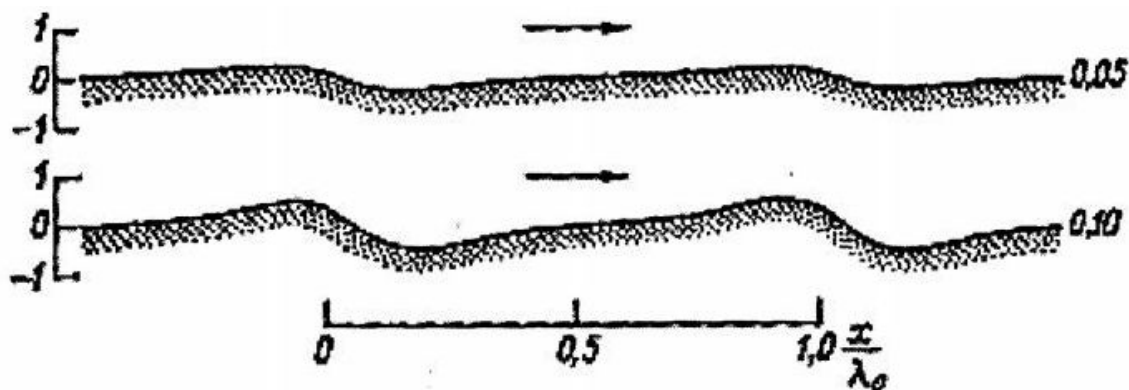
shaklidagi oqim tarkibidagi qum zarrachalari qayta taqsimlanib, paydo bo'ladigan tepalikchalar sohasida quyushib, tepalikchalar orasidagi chuqurchalarda siyraklashadi. O'zan tubidagi deformatsiyaning oqim tezligi maydoniga teskari ta'siri hisobga olmaslik darajasida kichik bo'ladi. Ikkinchi bosqichda bu yangi paydo bo'lgan qumli to'lqinlar mustaqil buramalarning qayta ta'siriga tushadi. Bu bosqichda yangi paydo bo'lgan qumli to'lqinlar oqimning tezlik maydoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Uchunchi bosqich barqarorlashgan profilli to'lqinlarning harakati bilan xarakterlanadi. O'zan tubi oqimning tezligiga salmoqli ta'sir ko'rsata boshlaydi.

K.V.Grishanin bu quzg'alishlar o'zan tubi nanoslar tizimining o'lchamlari va shakllarini belgilab bersa, o'zan tubi nanoslari tizimi parametrlari oqim va o'zan parametrlariga mos kelishi kerak degan fikrni oldinga surgan. Oqim-o'zan sistemasining bu hususiyatini K.V.Grishanin *sistemaning tanlovchanlik qobiliyati* deb nomlagan. Kichik qo'zgalishni potensial harakat modellarida qo'llash rifellarning simmetrik tarzidagi sinusoidal ko'rinishini paydo bo'lishiga olib keladi. Bunday qo'rinishdagi nanoslar tizimi laboratoriya va dala tadqiqotlarida mavjudligi kuzatilmagan, asosan simmetriyasiz shakldagi mikroshakllar harakati mavjud bo'lishi tasdiqlangan. Bundan tashqari, K.V.Grishanin potensial oqimlar tubida davriy zanjirsimon buramalar harakatlanadi degan, quyidagi rasmdagi sxemali cheklanish qabul qilib, nanoslar tizimini simmetriyasiz shaklini olish yechimini ko'rsatgan.



1.... rasm K.V. Grishaning talqini bo'yicha potensial oqimlar tubida davriy zanjirsimon buramalar harakatlanish sxemasi

K.V Grishaninning bu yechimi o‘zan tubi profilining oniy ko‘rinishlarini hisoblash imkoniyatini beradi. Bu yechimga asosan quyidagi rasmda o‘zan tubi profilining turli ikki vaqt oralig‘idagi ko‘rinishi hisobining natijasi keltirilgan.



1.... rasm. K.V.Grishanin talqini bo‘yicha zanjirsimon turbulent buramalar ta‘sirida o‘zan tubi nanoslari tizimining shakllanishi sxemasi

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, hisobiy buramalar sohasida suv oqimining tezligi taqsilanishi xususiyatlari hisobiga nanoslar tizimi simmetriyasiz ko‘rinishni olgan.

Demak, K.V Grishanin tomonidan yaratilgan o‘zan tubi nanoslari tizimining paydo bo‘lishi nazariyasi M.A.Velikanov tomonidan yaratilgan makromasshtablik nazariyasiining takomillashgan ko‘rinishi bo‘lib, uning sezilarli bir kamchiligini bartaraf etgan, ya‘ni makromasshtablik nazariyasiga simmetriyasiz rifellar-makroshakllarni hisoblash imkoniyatini yaratgan. Shu bilan birgalikda bu nazariya ham ayri kamchiliklardan holi emas. Masalan, nazariya tekis oqim uchun ishlab chiqilgan bo‘lib, buramalarning oqimda joylashishi davriyligi yetarli darajada asoslanmagan. Vaholangki, rifellar fazoviy o‘lchamlarga ega bo‘lib, o‘zan tubida shaxmat ko‘rinishida joylashishini eksperimental tadqiqotlar natijalari ko‘rsatgan.

Ikkinchi konsepsiya suv oqimining o‘zan tubidagi mikrotepalikchalar hisobiga qo‘zg‘alishini ta‘sirida o‘zan tubi nanoslari tizimini paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi deb hisoblaydi. V.N Goncharov, B.A.SHulyak, S.Yalin va boshqa tadqiqotchilar qo‘llab quvatlagan bu konsepsiya, nima uchun ma‘lum bir zarachalarning qo‘zg‘alishi bilan butun o‘zan tubida rifellari paydo bo‘ladi, degan savolga asoli

javob bermaydi. Bundan tashqari o‘zan tubi nanoslari tizimini davriy xarakterga ega ekanligini ham asoslamaydi.

Uchunchi konsepsiya, etarli darajada o‘rganilmagan o‘zan oqimlaridagi avtotebranma harakatga asoslangan bo‘lib, bu nazariyaga V.A.Velikanov va A.N. Lyapinlar tomonidan asos solingan.

V.A.Velikanov bunga gidrodinamik nazariyaning davriyligi g‘oyasini olib, uni oqimning harakati tenglamasi orqali hisoblagan. A.Ya.Lyapin bu konsepsiyani rivojlantirib, o‘z tatqiqotlarida oqimning avtotebranishni inobatga olib, vaqt davomida o‘zgaruvchi o‘zan tubi nanoslari tizimining profilini hisoblash uchun hisobiy bog‘liqliklarni olgan. Bu konsepsiya o‘zining orginalligi bilan boshqalaridan ajralib tursada, avtotebranishlarni va shunga mos o‘zan tubi nanoslari tizimining davriyligini paydo bo‘lishini asoslamaydi. J.Kennedi va Yu.Tanaka konsepsiyalari ham V.M.Makaveyevning gidrodinamik jarayonlarni davriyligi g‘oyasiga asoslangan bo‘lib. To‘lqinlarning kichik amplituda nazariyasidan foydalanilgan. Bu orqali o‘zan tubi nanoslari tizimining paydo bo‘lishini suv sathi mavjlanib paydo bo‘ladigan to‘lqinlar bilan bog‘langan. Bundan tashqari suv oqimi tarkibidagi nanoslar harakatida suv oqimi tezligidan ma’lum bir fazada qolishi inobatga olinib, o‘zan tubi nanoslarining parametrlarini aniqlash uchun hisobiy analitik formulalarni olishgan.

Bu konsepsiyalar to‘liq ilmiy asoslanmaganligi va eksperimental tadqiqotlar natijalari ularni tasdiqlamaganligi sababli, bir konsepsiya tarafdorlari boshqa konsepsiya tarafdorlari fikrlarini to‘liq inkor qilishgan. S.M.Ansiferov platformada qumning turg‘un suvdagi harakatini o‘rgangan. Bu holatda makromasshtab turbulentlik mavjud bo‘lmasada, rifellar shakllangan. Bu eksperient natijasiga asoslanib, S.M.Ansiferov makrmasshtab turbulentlik g‘oyasiga asoslangan o‘zan tubi nanoslarini shakllanishi konsepsiyasini to‘liq inkor etgan.

N.S Znamenskaya tomonidan taklif etilgan to‘rtinchi konsepsiyaga asosan, suv oqimi ko‘p oqimchalar to‘plamidan iborat bo‘ladi. Bu ko‘p oqimchalik turbulentlikni tartiblanishiga olib knlib bu o‘z navbatida rifellarning shakllanishiga sabab bo‘ladi.

D.Allen tomonida bu konsepsiya rivojlantirilgan. Bir oqimchalik harakat barlarni shakllantirsa, ko'p oqimchalik harakat rifellarni shakllantiradi degan fikrni N.S.Znamenskaya bildirgan. Shu fikriga asosan, o'zan va oqim parametrlari oqimchalarning parametriga bog'liq deb tasdiqlagan. Lekin, oqimni butunlay qaraydigan bo'lsak, mezo va makroshakllar uchun oqim parametrlari va o'zan tubi nanoslari xarakteristikalarini bog'liqliklari o'rtasida farq mavjud bo'ladi.

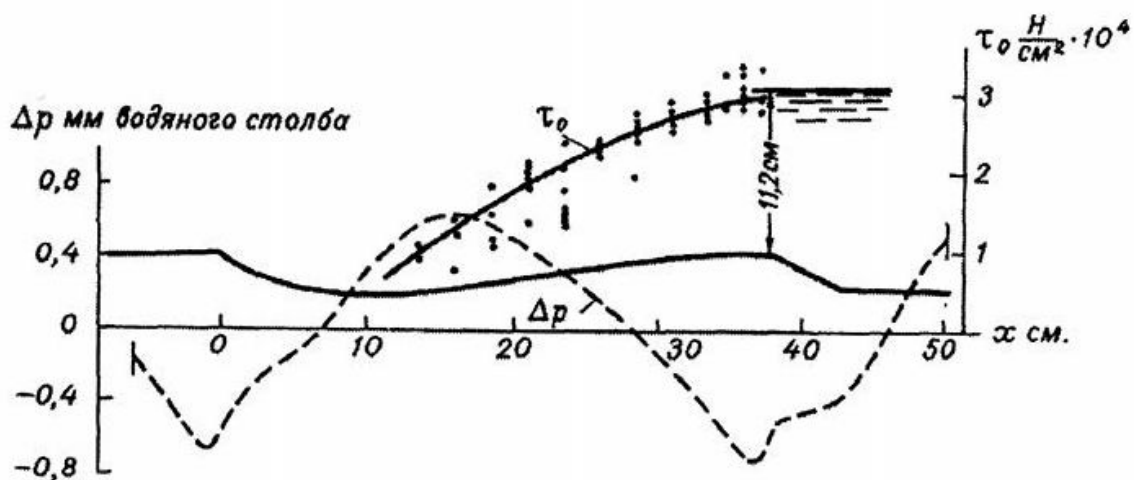
1.14.5. O'zan tubida harakatlanayotgan nanoslarning suv oqimi harakatiga qarshiligi

O'zandagi jarayonlarni o'rganish bo'yicha olib borilgan bir qancha eksperimental va dala kuzatuvini tadqiqotlari natijalari o'zandagi suv oqimi harakatiga qarshilik o'zan tubi nanoslari tizimi mavjud bo'lmagan holatdagiga nisbatan, ular shakllanganda ancha oshishi e'tirof etilgan. Makroshakllar paydo bo'lganda qarshilik keskin oshib, mezoshakllar paydo bo'lganda sezilarli o'zgarmasligini e'tirof etishgan. Bu sohaga bag'ishlangan ayrim eksperimental tadqiqotlar natijalari bilan tanishamiz.

V.A.Vanoni va D.N.Nomikoslar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar 27 sm kengliklardagi lotoklarda tadqiqotlar o'tkazishib, o'zan tubi nanoslarning suv oqimi harakatiga qarshiligi laboratoriya sharoiti bilan dala kuzatuvini natijalari bir xil ekanligini va o'zan tubi nanoslari muallaqlashgan nanoslarga nisbatan sezilarli ta'sir ko'rsatishini e'tirof etishgan. Eksperiment natijalari makroshakllarning paydo bo'lishi o'zan tubining suv oqimi harakatiga qarshiligi besh marotaba oshishini ko'rsatdi. Mezoshakllar paydo bo'lganda esa qarshilikning sezilarli darajada o'zgarmasligini ko'rsatdi. Tadqiqotchilar olingan natijalariga asoslanib, suv oqimining baland sathlariga mos keluvchi katta uzunlikdagi nanoslar tizimi-mezoshakllar qarshilik koeffitsienti qiymatiga kam ta'sir ko'rsatadi, suv oqimining past sathiga mos keluvchi qisqa uzunlikdagi o'zan tubi nanoslari tizimi-makroshakllar o'zan tubi g'adir-budurligini oshirib, gidravlik qarshilikni keskin

oshiradi. Bundan tashqari ular suv oqimining qarshiligi oqim turbulentsligini muallaqlashgan nanoslarning sundiruvchi ta'siri va o'zan tubi shaklini o'zgarishi ta'sir etishini e'tirof etishgan.

O'zan tubining silliqilanishi esa qarshilikni kamaytirib, suv oqimining tezligini oshishiga sabab bo'ladi. Suv oqimi turbulentsligini so'nishi tezlik gradientini vertikal bo'yicha oshishiga va vertikal bo'yicha tubga yaqin va sathdagi tezliklar farqini oshiradi. Bu o'z navbvtida gidravlik qarshilik koeffitsientini kamayishiga olib keladi. Bir qancha tadqiqotchilar, o'zan tubida qumli to'lqinlarni mahkamlash qarshilikni tabiiy o'zan tubiga nisbatan oshishini e'tirof etishgan. A.D.Raudkivi o'z eksperimentlarida bu kattalikni 2.5 barobar oshganligini aniqlagan. Uning eksperimental tadqiqotlari natijalari quyidagi rasmda ifodalangan grafikda keltirilgan.



1....rasm.A.D.Raudkivi tadqiqotlari natijalariga asosan o'zan tubi nanoslari tizimi bo'ylab bosimni va urinma kuchlanishlarni o'zgarishi grafigi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, bosim tepalikchalar ustida kamayib, suv aylanma sohasining tugash qismida o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Nanoslar tizimi balandligi oshishiga monoton tarzda urinma kuchlanishlar oshadi.

Bu sohada V.S.Knoroz tadqiqotlari keng qamrovli bo'lgan. Uning tadqiqotlar uzunligi 12 m, kengligi 63 sm bo'lgan lotoklarda o'tkazilgan bo'lib, foydalanilgan nanoslar yirikligi diapozoni 0.16-18.4 mm oralig'da o'zgargan. V.S.Knoroz o'zan

tubi nanoslarning o'lchamlari va tezligi o'zgaruvchan bo'lib, suv oqimining harakat rejimiga bog'liq bo'lishini aniqlagan. Agar turbulent oqim tarkibidagi nanoslarning konsentratsiyasi oqimning tashuvchanlik qobiliyatidan yuqori bo'lsa, o'zan tubi nanoslarining o'lchamlari oshadi va suv oqimi sathi nishabligi oshishi kuzatiladi. Yuqoridan qaraganda nanoslar harakati siyraklashgan yoqi qalinlashgan betartib bu buramalarning yirikmasshtabda ekanligi bilan bog'liqdir. V.S.Knoroz tadqiqotlari nanoslarning 1-1.5 mm yirik o'lchamlarida o'zan tubi nanoslari tizimining aniq shakli mavjud bo'lib, mayda nanoslar mavjud bo'lganda (0.5 mm dan kichik) o'zan tubi barxanlar bilan qoplanadi. Suv oqimining yuvilmas tezligidan ikki va ikki yarim barvar katta tezliklarida o'zan tubi nanoslari tizimi bir biridan juda kam farq qiladi. Boshqa tadqiqotchilar kabi V.S.Knoroz ham suv oqimining o'zan tubi nanoslari tizimini aylanib oqib o'tishi uzuluvchan xarakterga ega bo'lib, tepalikchalar ortida oqim harakatiga perpendekulyar bo'lgan o'qqa ega suv aylama sohalari paydo bo'lishini e'tirof etgan. Suv oqimining shoshishi natijasida tepalikchalarining oldingi va ortdagi qiyaliklari simmetrik ko'rinishni olsa, suv oqimi uzilmasdan oqa boshlaydi. V.S. Knoroz o'z tadqiqotlarida olingan ma'lumotlarni tahlil qilib, o'zan tubi nanoslari tizimining shaklini o'z balandligiga bog'liq bo'lgan qarshilik koeffitsientini aniqlash formulasini quyidagi ko'rinishda olgan:

$$\zeta = 0.2 \left(\frac{\Delta}{R} \right)^{1.25}$$

A.F.Kudryashev esa o'z tadqiqotlari natijasida o'zan tubi nanoslari tizimi shakli qarshiligini nanoslar sarfiga bog'liqligi va oqim qarshiligini tepalikchalar tikligiga bog'liqliklarini oldi.

Ko'pgina tadqiqotchilar o'zan tubi nanoslari tizimi qarshiligiga asosan, tepalikchalar orqasida paydo bo'ladigan suv aylanma sohasini belgilaydigan tepalikchani balandligi va tikkaligi ta'sir ko'rsatadi deb hisoblashadi. O'zan tubi nanoslarining balandligi oshgani sari suv aylanma sohasi kattalashadi. Mezoshakllarda bu yaqqol ko'rinadi. Suv aylanma sohasining o'zan tubi yuzasiga

nisbatan olingan birlik yuzasi o'zan tubi nanoslari tizimining tikkaligiga proporsional bo'lib, mikroshakllarda mezoshakllarga nisbatan kattaroq o'lchamga ega bo'ladi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, ushbu sohadagi tadqiqotlar natijalarini tahlil qilgan tadqiqotchi N.S.Znamenskaya makroshakllar harakati davomida suv oqimi harakati qarshiligiga bir necha bor oshadi. Lekin L.G.Gogoberidze tadqiqotlari natijalari shovqinli >1.0 va sokin <1.0 harakatlari uchun gidravlik qarshilik qonuniyatlari turlicha degan fikr to'g'riligiga gumon paydo bo'lganligini ta'kidladi. N.S.Znamenskaya o'zan tubi nanoslari tizimining qarshiligini Zegjda grafigi yordamida miqdoriy baholadi. Mikroshakllar harakati mavjud bo'lganda olingan eksperimental tadqiqot natijalari Zegjda grafigiga qo'yib, har bir o'zan tubi nanoslari shakli uchun turli egriliklar mavjudligini aniqlagan. Bugarliklar koordinatalari oqim va o'zan xarakteristikalariga bog'liq bo'lgan o'zan tubi nanoslari shakli va xarakteristikalariga bog'liqligini isbotlagan. Bu natijalar N.S.Znamenskayaga ***oqim-o'zan o'z o'zini boshqaradigan sistemadir degan xulosani qilishga imkoniyat bergan.*** Yuqorida ko'rib chiqilgan va boshqa o'tkazilgan tadqiqotlardan quyidagi asosiy xulosalarni qilish mumkin:

- Mikro va mezoshakllarning oqim harakatiga qarshiligi xarakteri turlichadir. Qarshilik koeffitsientining oqim parametrlariga bog'liqlik xarakteri turli sinflar uchun bir biriga qarama-qarshidir;
- O'zan tubin nanoslari tizimi mikroshakllar ko'rinishda harakatlanganda o'zanning qarshiligi 2-7 marotabagacha oshadi;
- Qo'zg'almas mikroshakllar mavjud bo'lganda qarshilik g'adir-budur o'zan tubiga nisbatan ancha oshadi, lekin harakatlanib turgan o'zan tubi nanoslar tizimida qarshilik yuqori bo'ladi;
- Mikroshakllarda qarshilikni suv aylanma sohasi belgilaydi va u tepalikchanning tikkaligiga va o'zan tubi nanoslari tizimi nisbiy balandligiga bog'liq bo'ladi;

- O‘zan tubi nanoslarining shakli va oqim tarkibiga qo‘shilayotgan nanoslarning uning tashuvchanlik qobiliyatiga nisbatiga ya‘ni suv oqimining to‘yinganligiga bog‘liq.

Mikroshakllar harakati mavjud bo‘lgan holat uchun qarshilikni hisoblash metodikasi bilan tanishamiz. Ko‘pgina tadqiqotchilar bunda hisobiy g‘adir-budurlik sifatida tepalikcha balandligini qabul qilishadi. Bu noto‘g‘ri fikr, chunki o‘zan tubi nanoslari tizimining balandligi o‘zgarmagan holda oqim parametrlarining o‘zgarishi o‘zan tubi nanoslari tizimining tepalikchalari tikkaligi o‘zgarishi mumkinligi eksperimental tadqiqotlar bilan isbotlangan, bu holat esa qarshilikni oshishiga sabab bo‘ladi. Bu kattalik (λ) ni o‘zan tubi nanoslari tizimi qarshiligi va shakli qarshiligini yig‘indilari sifatida qarash mumkin.

V.S Knoroz taklifiga asosan, o‘zan tubi nanoslari tizimi bo‘ylab suv oqimining yo‘qotgan to‘liq energiya quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$W = \left(\lambda + \alpha \lambda_R \frac{l - l}{R} \right) \frac{v^2}{2g}$$

Bunda λ, λ_R - o‘zan tubi nanoslari tizimi shakli va g‘adir-budurliqi qarshiligi koeffitsienti; l - suv aylanma soha uzunligi; $l - l$ - o‘zan tubi nanoslari tizimining uzliksiz aylanib o‘tish sohasining gorizont tekislikka proeksiyasi; R - gidravlik radius; α - o‘zan tubi nanoslari tizimining uzliksiz aylanib o‘tish sohasi bo‘yicha energiya yo‘qolishining taqsimlanishi notekisligini hisobga oluvchi koeffitsient.

Bundan tashqari, o‘zan tubi nanoslari tizimi bo‘ylab suv oqimining yo‘qotgan to‘liq energiya quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$W = \lambda \frac{l}{R} \frac{v^2}{2g}$$

Bu ikki formulani o‘zaro tenglab, hosilaviy formuladan gidravlik qarshilikni hisoblaymiz:

$$W = \left(\lambda + \alpha \lambda_R \frac{l - l}{R} \right) \frac{v^2}{2g} = \lambda \frac{l}{R} \frac{v^2}{2g}$$

$$\lambda = \zeta \frac{R}{l} + \alpha \lambda_R \left(1 - \frac{l}{l} \right)$$

O‘zan tubi g‘adir-budurligi gidravlika kursidan bizga ma‘lum bo‘lgan ixtiyoriy formulalar yordamida aynqlashimiz mumkin. Xususan, Zejda yoki V.N Goncharov formulalaridan foydalanish mumkin:

$$\lambda_R = \frac{1}{\left(41g \frac{8.8h}{D_{5\%}} \right)^2}$$

O‘zan tubi nanoslari tizimi uzunligi ham ixtiyoriy empirik formulalar, xususan quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan V.S.Knoroz formulalari yordamida aniqlanishi mumkin:

$$\frac{l}{R} = 2.8 \frac{\nu}{\nu - \nu}$$

Faqat o‘zan tubi nanoslari tizimining shaklining qarshilik koeffitsienti (ζ) notekislikni hisobga oluvchi (α) koeffitsient va $\left(\frac{l}{l} \right)$ nisbatning miqdorini aniqlash muammosi qoladi.

O‘zan tubi nanoslari tizimining shaklining qarshilik koeffitsienti (ζ) V.S. Knoroz formulasiga asosan aniqlanishi mumkin:

$$\zeta = 0.2 \left(\frac{\Delta}{R} \right)^{1.25}$$

(α) koeffitsient birdan kichik qiymatda bo‘lishi ehtimoli ancha yuqori, lekin bu masala yetarli darajada o‘rganilmaganli sababli, $\alpha = 1.0$ deb qabul qilinadi; Suv aylanma sohasi balandligi tizim tepalikchalari balandligidan 10 marotaba katta deb qabul qilinadi, demak

$$l = \alpha' \Delta$$

$$\lambda = 0.2 \frac{\Delta}{l} \left(\frac{\Delta}{R} \right)^{0.25} + \lambda_R \left(1 - \alpha' \frac{\Delta}{l} \right)$$

Olingan ushbu formula o‘zan tubi nanoslari tizimining asimmetrik-simmetriyasiz shaklda bdlganda oqim harakatiga qarshilik koeffitsientini hisoblashda qo‘llanilishi tavsiya etiladi. Agar butun o‘zan tubi kuchli rivojlangan suv aylanmalari bilan qoplanib, barxanlar shaklidagi tangachasimon ko‘rinishdagi o‘zan tubi nanoslari harakati amalga oshganda o‘zan tubi nishabligi ta’siri juda kam bo‘lganligi sababli qarshilikni aniqlanish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\lambda = 0.2 \frac{\Delta}{l} \left(\frac{\Delta}{R} \right)^{0.25}$$

O‘zan tubi nanoslari tizimining uzunligi ularning balandligida bir necha marotaba kattaligini inobatga olib, formulani quyidagi ko‘rinishda yozishimiz mumkin:

$$\lambda = 0.2 \left(\frac{\Delta}{R} \right)^{0.25}$$

Bu formulalar asosan laboratoriya tadqiqotlari sharoitida olinganligi sababli, daryo yoki kanal o‘zanlari uchun qullanilganda qarshilik qiymatini ancha kichik qiymatini beradi. Bunga birinchi navbatda vertikal silliq devorga ega bo‘lgan lotok uchun kenglikning chuqurlikka nisbati qichik qiymatga ega bo‘ladi va shuning uchun o‘zan tubi nanoslari tizimi relefi tartibli ravishda bo‘ladi. Ikkinchidan nisbiy g‘adir-budurlik ham muhim rolga ega, chunki laboratoriya sharoitida qo‘llanilgan qum zarrachalari yirikligi dala sharoitida o‘rtacha diametrli galkaga mos keladi.

K.V Grishanin ushbu muammoli vaziyatdan chiqishning ikki uslini taklif etgan:

1) Yuqorida keltirilgan formulalarga dala tadqiqotlari natijalarida olingan ma’lumotlarga asoslanib tuzatish kiritish;

2) O‘zan tubi nanoslari tizimining qarshiligini aniqlash uchun yangi formulalarni aniqlash.

Bu yo‘nalishda B.F.Snishenko tomonidan sobiq ittifoqning Evropa qismidagi daryolarning sayoz sohalarida o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga asoslanib, quyidagi formulani taklif etgan:

$$\lambda = 0.23 \frac{\Delta}{l} + 0.0075$$

Bu formula kam hajmdagi kuzatuvlar natijalariga asoslangan bo‘lib, unda qarshilik faqat o‘zan tubi nanoslari tizimining parametrlariga bog‘liq bo‘lib qolgan. Bunday kamchilikka qaramasdan B.F.Snishenko formulasi dala tadqiqotlari natijalardan o‘zan qarshiligini aniqlash bog‘liqliklarini olishga qulay imkoniyatlar eshigini ochib beradi.

Ikkinchi usul sifatida K.V.Grishanin o‘zan tubi nanoslari tizimi qarshilik koefitsienti bilan o‘zanning turg‘unligi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni olish kerakligini e‘tirof etadi. Bu o‘zaro munosabatni o‘rnatishda olingan tenglamalar soni bilan tenglamalar sistemasiga kiruvchi parametrlar soni o‘rtasida nomutonosiblik paydo bo‘ladi. Masalan, Eynshteyn funksiyasi qullanilganda oltita tenglama 9 ta noma‘lumga ega bo‘lgan, Kennedi funksiyasi qo‘llanilganda 5 ta tenglama 8 ta noma‘lumga ega bo‘lgan. Hozirgi hisoblash texnikalarining imkoniyatlari beqiyos kengaygan davrda bu tenglamalar sistemasining taqribiy yechimlarini aniqlash imkoniyati mavjud bo‘lib, u maxsus adabiyotlarda keltiriladi.

Bu keltirilgan formulalar barchasi statsionar oqimlar uchun yaroqli bo‘lib, nostatsionar oqimlarda ularni qullash uchun tabiiy oqimlarning ayrim xususiyatlarini inobatga olish kerak. Masalan, GTI Pbdagi suv oqimlari rejimi GTI YuB dagi rejimga, suvni tashlanishi miqdoriga va boshqa parametrlarga bog‘liq, bu vaziyatlarni inobatga olmasdan gidravlik qarshilikni nostatsionar oqim uchun hisoblash noto‘g‘ri natija beradi.

1.14.6. O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar tizimining o‘zan parametrlari va suv oqimining gidravlik xarakteristikalariga bog‘liqligi.

O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar tizimining o‘zan parametrlari va suv oqimining gidravlik xarakteristikalariga bog‘liqligini aniqlash bo‘yicha bir qancha empirik formulalar olingan. Bu bog‘liqliklarni tanlashda, avvalambor mexanika qonunlari va mustaqil parametrlar asos bo‘lishi maqsadga muvofiqdir. Mustaqil parametrlar sifatida oqim va o‘zan parametrlari haqidagi ma‘lumotlarni qabul qilib, formulalar fizik jarayon mohiyatigi qarama qarshi bo‘lmasligi kerak.

Endi mana shu vaziyatlar imkoniyat darajasida hisobga olingan holda olingan o‘zan tubi nanoslari tizimining ko‘chish tezligi, baladligi, uzunligi, sarfi va tikkaligini aniqlash uchun taklif etilgan formulalar bilan tanishamiz.

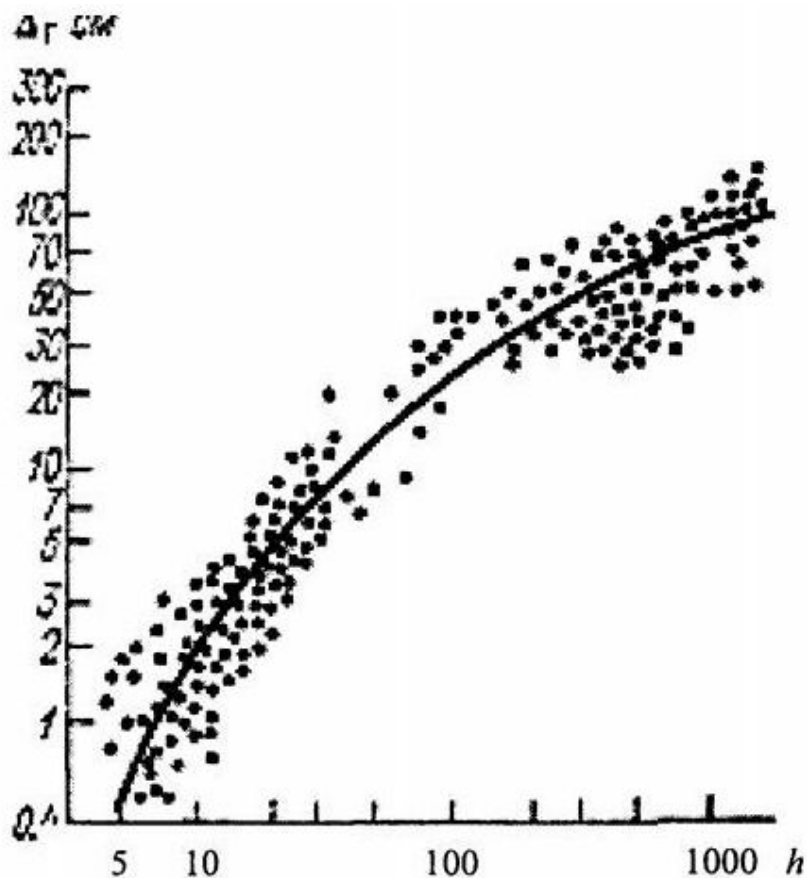
O‘zan tubi nanoslari tizimi balandligini aniqlash formulalari.

Ushbu parametrlarni aniqlash formulalarini ko‘rinishi murakkabligi darajasiga qarab, ikki guruhga bo‘lish mumkin.

Birinchi guruh formulalarida o‘zan tubi nanoslari tizimi balandligi

(Δ) bki parametrga bir yoki ikki parametrga bog‘liq ko‘rinishda aniqlanadi. Ikkinchi guruh formulalarida o‘zan tubi nanoslari tizimi balandligi bir necha parametrlarga bog‘liq ko‘rinishda aniqlanadi.

Birinchi guruhga B.F.Snishenkoning dala tadqiqotlari natijalarga asoslanib tuzgan $\Delta = f(h)$ quyidagi rasmda keltirilgan grafigini keltirish mumkin.



1.... rasm O‘zan tubi nanoslari tizimi balandligining suv oqimi chuqurligiga bog‘liqligi (B.F.Snishenko)

Bu grafik ikkita ko‘rinishdagi chiziqli bog‘liqlik ko‘shrinishda approksimatsiya qilinishini muallif taklif etgan:

$$\text{Agar } h < 100 \text{ sm bo‘lsa, } \Delta = 0.25h$$

$$\text{Agar } h > 100 \text{ sm bo‘lsa, } \Delta = 0.2 + 0.1h$$

Bu grafikdagi nuqtalarning chiziqdan chetlashganligi eksperiment o‘tkazilgandagi xatolar, gidrometrik o‘lchov noaniqliklari, Frud soni, oqim nostatsionarligi, nanoslar yirikligi kabi omillar ta’siri sifatida qarash mumkin. Bu grafikdan dastlabki xomaki hisoblarda unki, uni qurishda o‘zan tubi nanoslari tizimining balandligiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar inobatga olinmagan.

Ikkinchi gurux formulalari juda ko‘pchilikni tashkil qilishadi. Shulardan ayrimlari bilan tanishamiz.

1.J.Kennedi nanoslar fazaviy surilishi sarfini oqim o‘rtacha tezligi nisbatiga inobatga olib o‘zan tubi nanoslari tizimi balandligini aniqlash formulasini quyidagi ko‘rinishda taklif etgan:

$$\Delta = h \left[1 - \frac{th2\pi \frac{h}{l}}{Fr_1^2 2\pi \frac{h}{l}} ch2\pi \frac{h}{l} \right]$$

2.T.Yunaka formulasi

$$\Delta = \frac{2h}{2p+1-\frac{\tau_0}{\tau}} \left(1 - Fr_1^2 \right) \left(1 - \frac{\tau_0}{\tau} \right) \left[1 - \frac{q}{1 - Fr_1^2 2\pi \frac{h}{l \cdot l}} ch2\pi \frac{h}{l} \right]$$

h -suv oqimi sathida mavjlanib paydo bo‘layotgan to‘lqin balandligi; Fr_1 - ilgarilanma harakat tezligini to‘lqin tezligiga nisbati: $Fr_1 = \frac{v}{\sqrt{gh}}$;

$p = 6.9$ -rifellar uchun; $p = 2.1$ -barlar uchun; τ_0, τ -harakat boshlangandagi va tubdagi urinma kuchlanishlar; q -suv oqimining o‘zan 1 m kengligidan oqib o‘tayotgan sarfi-oqimning solishtirma sarfi. Bu formulalar juda ko‘plab boshlangich parametrlarga bog‘liq bo‘lib, ularning mualliflari o‘zan tubi nanoslari tizimining mikroshakllari va mezoshakllari tepalikchalari balandliklarini aniqlashda qo‘llashni tavsiya etishgan.

3.Rifellar-mikroshakllar uchun D.Allen formulasi:

$$\Delta = \frac{0,006h}{Fr_1} \left(\frac{l}{b_p} \right)^4$$

4. Rifellar-mikroshakllar uchun M.Jil formulasi:

$$\Delta = \frac{h(1 - Fr_1^2)}{2\pi\alpha_1} \left(1 - \frac{\tau_0}{\tau} \right)$$

b_p -rifellar qalinligi; $2\pi\alpha_1 \approx 6$.

5.G.V.Jeleznyakov va K.V.Debolskiylar formulasi:

$$\Delta = 1,25h \left(\frac{\nu}{v} \cdot \frac{D}{h} \cdot \frac{W}{\sqrt{2gh}} \right)^{0,2}$$

6.B.F.Snishenko formulasi:

$$\Delta = \frac{q_s (gh)^{1,45}}{0.011\nu^{3,9}}$$

7.V.S.Knoroz formulasi:

$$\Delta = 3,5R \left(1 - \frac{\nu_k}{\nu} \right)^{\frac{2}{3}} \left(1g \frac{R}{D} + 6 \right)$$

q_s - o‘zan tubi nanoslar tizimining solishtirma sarfi;

Bu formulalar dan ko‘rinib turibdiki, o‘zan tubi nanoslari tizimi balandligi quyidagi omillarga funksional bog‘liq:

$$\Delta = f(h, W, Fr, D, \nu, I)$$

Albatta, bu funksional bog‘liqlik tarkibidagi har bir parametr ma’lum bir aniqlikda o‘lchanadi va bu natijalar o‘zan tubi nanoslari tizimi balandligini aniqlashda uning aniqlik darajasiga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Demak, bu vaziyat formulalardan foydalanishda ancha noqulayliklar yaratadi. Shu sababli, bu kattalikni aniqlashda ko‘pincha B.F.Snishenko grafigidan foydalanish ancha qulay hisoblanadi.

1.14.7.O‘zan tubi nanoslari tizimi parametrlarini va tezligini aniqlash formulalari.

O‘zan tubi tubi nanoslari tizimi uzunligi ham balandligi kabi quyidagi funksiya tarkibidagi omillarga bog‘liq: $l = f(h, W, Fr, D, \nu, I)$

1. Bu kattalikni aniqlashda qullaniladigan eng sodda formula quyidagi ko‘rinishga ega: $l = \alpha \cdot \Delta$

Bunda mikroshakllar uchun $\alpha = 2 \div 12$; ; mezoshakllar uchun $\alpha = 12 \div 100$;

2. Z.D.Kopaliani formulasi: $l = \alpha_1 \cdot h + \alpha_2 D$;

3. V.S.Knoroz formulasi: $l = \frac{2,8}{1 - \frac{\nu_k}{\nu}}$

4. A.V.Karushev formulasi: $l = 0,44h \sqrt{\frac{0,7C^2 + 6C}{g}}$;

5. B.F.Snishenko formulasi: $l = h \cdot \sqrt[3]{\frac{C^2}{g}}$;

Bu formulalarda $\alpha_1; \alpha_2$ – o‘zan tubi nanoslari tizimi parametrlariga bog‘liq kattaliklar; S-SHezi koeffitsienti.

7. Murakkab ko‘rinishga ega J.Kennedi formulasi:

$$l = 2\pi h Fr_1^2 \left[1 - \frac{sh 2\pi \frac{h}{l} + 2\pi \frac{h}{l}}{ch^2 2\pi \frac{h}{l}} \right]$$

8. A.Merser formulasi:

$$l = \frac{2\pi h Fr_1^2}{th 2\pi \frac{h}{l}} \left[1 - \frac{2}{ch^2 2\pi \frac{h}{l}} \right]$$

9. Yu.Tanaka formulasi:

$$l = \frac{\alpha' Fr_1^2 \sqrt{2\pi h B}}{\sqrt{th 2\pi \frac{h}{B}}}$$

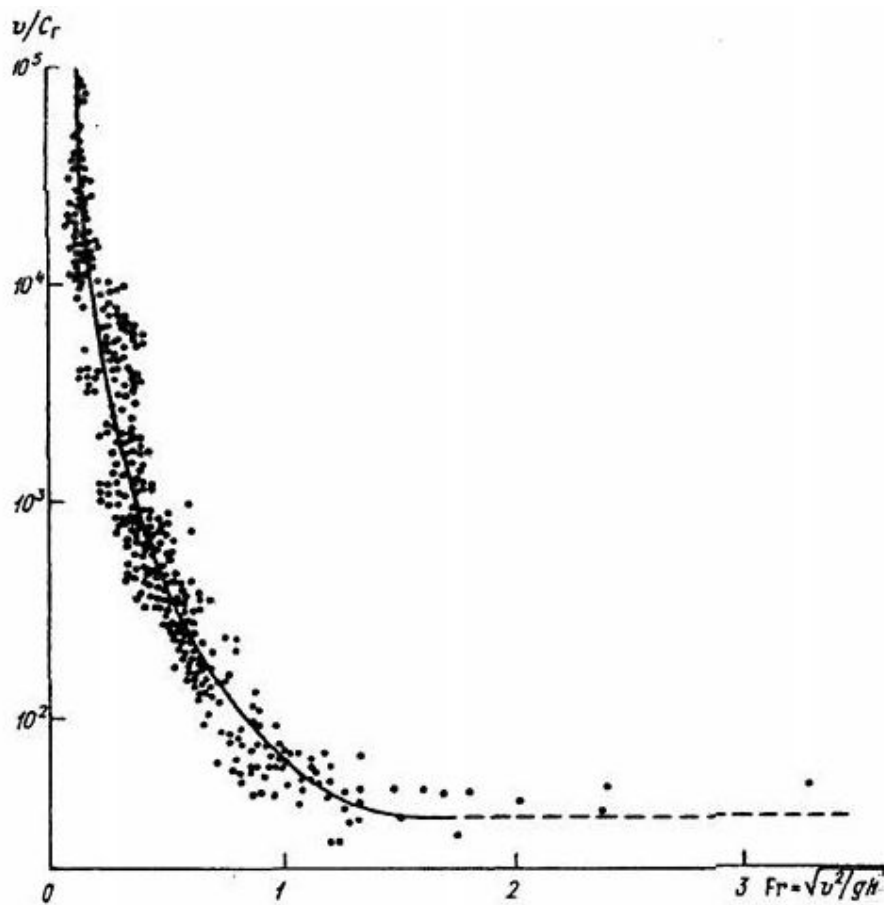
10.D.Allen formulasi:

$$l = 6,4b_p \left(\frac{\Delta}{h} Fr_1 \right)^{0.27}$$

Bu keltirilgan formulalarda o‘zan tubi nanoslari tizimning inertsionligi suv oqiminikiga nisbatan yuqoriligi, formulalarnig ko‘pchiligi qaysi sinf o‘zan tubi nanoslari uchun qo‘llanilishi mumkinligi e‘tirof etilmaganligi, eksperimental tadqiqotlar vaqtida yo‘l qo‘yilgan xatolar, asboblar noaniqligi kabi omillar hisobiga qo‘llanilganda aniq natija bermasligi bilan xarakterlanadi.

O‘zan tubi nanoslari ko‘chishi tezligi nanoslar sarfining tepalikchalari balandligiga nisbati bilan aniqlanishi mumkin. Bu yo‘l tekis masalalar uchun to‘g‘ri hisoblanadi.

Bundan tashqari ko‘pgina tadqiqotchilar eksperimental va dala kuzatuvlari natijalarini tahlil qilib, o‘zan tubi nanoslari tezligi ()ni aniqlashka doir empirik formulalar va quyidagi rasmda keltirilgan maxsus nisbiy chuqurlik $\left(\frac{v}{v_0} \right)$ ning Frud soni (Fr)ga $\frac{v}{v_0} = f(Fr)$ funksional bog‘liqlik grafigini ishlab chiqishgan.



Rasm1... B.F,Snishenko va Z.D.Kopaliani tomonidan qurilgan o‘zan tubi nanoslarinig nisbiy tezligini Frud soniga bog‘liqlik grafigi.

Shulardan ayrimlari bilan tanishamiz:

1.B.F.Snishenko va Z.D.Kopaliani formulalari:

$$= \alpha \cdot v \cdot Fr^{\beta}$$

Bunda, $\alpha = 0,019; \beta = 2,9$.

2.Kondepa va Garde formulasi:

$$= \alpha \cdot v \cdot Fr^{\beta}$$

Bunda, $\alpha = 0,021; \beta = 3,0$.

3.V.S.Knoroz formulasi:

$$= 0,425\sqrt{gD} \left[\frac{v-v_k}{\sqrt{gR}} \right]^{2,5}$$

4.G.V Jeleznyakov va V.K.Debolskiylar formulasi:

$$= 0,001\sqrt{gD} \left[\frac{v}{v_k} \frac{h}{\Delta} \sqrt{\frac{W}{v_k}} \right]^2$$

5.A.Merser formulasi:

$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot ch 2\pi \frac{h}{l}}{l^2}$$

Yuqorida keltirilgan o‘zan tubi nanoslari ko‘chish tezligini aniqlash formulalari uning boshqa parametrlarini aniqlash eksperimental empirik formulalari kabi qo‘llanilish chegaralari mavjud bo‘lib, ular dastlabki ma’lumotlar me’yorlari va ko‘rinishlari bilan aniqlanadi.

6.N.S.Znamenskaya esa o‘zan tubi nanoslarini tabaqalashtirib, har bir ko‘rinish uchun o‘zan tubi nanoslari ko‘chishi tezligini aniqlash formulalarini quyidagi ko‘rinishda taklif etdi:

A) Lentasimon o‘zan tubi nanoslari tizimi uchun:

$$= \frac{h}{B} \left[1,6Fr_1 \left(\frac{v}{W} \right)^{1,33} - 1 \right]$$

B) Ikkinchi darajali nanoslar tuplami (pobochnya) va orolcha ko‘rinishdagi (oseredki) o‘zan tubi nanoslari uchun:

$$= \frac{h}{B} \left[1,6Fr_1 \left(\frac{v}{W} \right)^{0,2} - 1 \right] 1$$

≈ 350 / o‘zan tubu nanoslarining bir sutka davomida maksimal ko‘chishi masofasi; V-o‘zan kengligi;

V) Mikroshakllar uchun N.S.Znamenskaya oqim o'rtacha tezligini gidravlik kattalikka nisbati $\left(\frac{v}{W}\right)$ ning qiymatlariga bog'liq bo'lgan quyidagi formulalarni taklif etgan:

- $2 < \frac{v}{W} < 6$ bo'lganda, $c_p = C_p \cdot \left(\frac{h}{B} \left(\frac{v}{W} \frac{1}{Fr_1}\right)\right)^{2.5}$
- $\frac{v}{W} > 6$ bo'lganda, $c_p = C_p \cdot \left(\frac{h}{B} \left(\frac{v}{W} \frac{1}{Fr_1}\right)\right)^{0.67}$

Bunda, C_p -mikroshakllar-rifellarning maksimal ko'chish tezligi bo'lib, uning taqribiy son qiymati N.S.Znamenskayaning nashr qilingan ilmiy tadqiqot ishlarida keltirilmagan. Ta'kidlash kerakki bu formulalar ham dala kuzatuv tadqiqot materiallari yordamida aniqlashtirilishi kerak.

1.15. O'zan tubida harakatlanayotgan nanoslar sarfi va uni aniqlashga yondashuvlar natijasida olingan formulalar

O'zan tubi nanoslarning sarfini aniq bilish gidrotexnika amaliyotida muhim ahamiyatga ega bo'lib, dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Chunki daryo havzalarida o'zanga kirib kelayotgan nanoslar miqdori o'zanning morfometriyasni keskin o'zgartirishi, suv omborlarida esa ularning foydali ish koeffitsientini kamaytirishi, suv o'tkazuvchanlik qobiliyatini keskin kamaytirishi mumkin. Buning natijasida Gidrotexnika inshootlarining ishlash rejimi keskin murakkablashib ketishi mumkin. Masalan, Talimarjon suv omborining suv chiqarish inshooti yaqinida yig'ilgan nanoslar miqdorining oshishi, o'zan tubi balandlik belgisini oshishiga va privard natijada suv chiqarish inshootining kirish qismida suv oqimining harakatini murakkablashtirmoqda yoki, Qarshi magistral va Amu-Buxoro Mashina kanallariga Amudaryodan to'g'onsiz suv olishda ham o'zan tubi nanoslarini aniq miqdorini oldinda bilish qiyinligi uchun suv olishda juda katta murakkabchiliklar kelib

chiqmoqda. Shu sababli, o‘zan tubi nanoslari sarfini aniqlash masalasi bilan yaqindan tanishishni ushbu qo‘llanma mualliflari maqsadga muvofiq deb hisoblashdi.

Umuman nanoslar sarfi Q_s harfi bilan belgilanadi, o‘zan tubi anoslari sarfini esa Q_{sd} harfi bilan belgilaymiz, suv oqimining 1 metr kengligidagi nanoslar sarfi solishtirma nanoslar sarfi deyilib, q_{sd} harfi bilan belgilanadi.

N.S.Znamenskaya ushbu kattalikni aniqlashda quyidagi formulalardan foydalanishni tavsiya etgan:

$$q_s = 0,6\Delta \quad (\text{tekis oqimlar uchun})$$

$$q_s = 0,011 \frac{\Delta v^{3,9}}{(gh)^{1,45}}$$

Hozirgi davrda o‘zan tubi nanoslarining sarfini hisoblash formulalarini keltirib chiqarishda uch tomondan yondashishlar mavjud:

- O‘zan tubidagi nanoslarga ta‘sir e‘tuvchi kuchlarni o‘rganishga asoslangan dinamik yondashuv. Bu usulga fransuz tadqiqotchisi Dyubua asos solgan bo‘lib, V.N.Goncharov, G.I.SHamov, A.Shoklichlar tomonidan rivojlantirilgan;
- O‘zan tubidagi nanos zarrachasining o‘zan tubidan o‘zlashi va kuchishini o‘rganish-statistik usul G.A.Eynshteyn va M.A.Velikanovlar asos solishgan;
- I.V.Egizarov tomonidan asos solingan o‘lchov birliklar tahlili usuli. Asosan eksperimental tadqiqotlar natijalarini taxlil qilib, sistemalashtirish uchun foydalaniladigan yordamchi usul hisoblanadi.

Z.A.Kopaliani o‘zan tubi nanoslarini aniqlash formulalarini 9 ta guruhga bo‘lgan. Bunday guruhlash asosiga oqim quvvati, energitik nishablik, formulaning regional xarakterga ega ekanligi, suv sarfi, nanoslar harakatining struktura tuzilishi kabi xususiyatlari hisobga olingan. N.B.Barishnikov esa qariyb 200 dan ortiq bu formulalarni 4 ta guruhga bo‘lishni tavsiya etgan. Uning fikriga asosan, garchand Gidravlikadagi mavjud formulalar birini ikkinchisiga aylanishiga imkoniyat bersada, ularni yoritish imkoniyati qulaylashadi.

I. Birinchi guruh formulalariga asosiy parametr sifatida suv oqimining tezligi qabul qilinadigan formulalar kiradi. Bu formulalarni V,N.Goncharov, I.I.Levi va K.V.Grishaninlar laboratoriya sharoitida eksperimental tadqiqotlar natijasini tahlili natijasida olishgan bo'lsa, G.I.Shamov dala tadqiqotlari materiallarini tahlil qilib, o'z formulasini olgan:

1) V.N. Goncharov formulasi:

$$q_s = \frac{\rho}{A} g(1+\varphi) v D \left(\frac{v^3}{v_k^3} - 1 \right) \left(\frac{v}{v_k} - 1 \right) \quad ;$$

2) I.I.Levi formulasi:

$$q_s = 0,002D \left(\frac{v}{\sqrt{gD}} \right)^3 (v - v_k) \left(\frac{D}{h} \right)^{0,25}$$

3) K.V. Grishanin formulasi:

$$q_s = 0,015D \left(\frac{v}{v_k} \right)^3 (v - v_k)$$

4) G.I.Shamov formulasi:

$$q_s = 0,95\sqrt{D} \left(\frac{v}{v_k} \right)^3 (v - v_k) \left(\frac{D}{h} \right)^{0,25}$$

Bunda, q_s -o'zan tubi nanoslarining suv oqimining 1 metr kengligdagi sarfi, o'zan tubi nanoslarinig solishtirma sarfi; φ -turbulentlik parametri; v, v_k -mos ravishda V.N.Goncharov, I.I.Levi, G.I.Shamov formulalariga asosan aniqlanadi; $A=880$ tekis oqimlar uchun, $A=500$ fazoviy oqimlar uchun; ρ -nanoslar zichligi.

V.N.Goncharov formulasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$q_s = 1.2(1+\varphi)v D \left(\frac{v}{v_k} \right)^{4.33}$$

V.E.Lyubimov o'zan tubi nanoslarining sarfini aniqlash formulalarini tahlil qilib quyidagi xulosalarga kelgan:

- V.N.Goncharov, I.I.Levi, G.I.Shamov formulalari dala tadqiqotlari natijalariga deyarli yaqin qiymatlarni beradi;

- V.N.Goncharov, I.I.Levi formulalari $0.2 < D < 0.4$ uchun qoniqarli natija beradi. G.I.Shamov formulasiga asosan hisoblashda o‘zan tubi nanoslari sarfi kichikroq natija beradi. I.I.Leviy formulasida esa nanoslar ko‘chishi davom etayotgan tezlikning kichik qiymatlarida sarfni nolga teng bo‘lishi formulani takomillashmaganligini ko‘rsatadi;

- Nanoslar diametrining $D < 0.15$ qiymatlarida I.I.Levi, G.I.Shamov formulalaridan foydalanish maqsadga muvofiq emas, V.N.Goncharov formulasi esa kattaroq qiymatni beradi.

II. O‘zan tubi nanoslarining sarfini aniqlash uchun qo‘llaniladigan ikkinchi guruh formulalarida asosiy parametr sifatida suv oqimining quyidagi formula yordamida aniqlanuvchi qo‘zg‘atuvchi kuchi qabul qilinadi:

$$\tau = \rho ghI$$

Bu guruh formulalari Sobiq Itifoq xududida o‘z amaliy qo‘llanilish sohasini topmadi, lekin uzoq chet el mamlakatlarida keng qo‘llaniladi. Bu guruhga mansub, faqat, I.V.Egiazarov formulasini keltirish mumkin:

$$q_{.s} = \alpha \rho_1 g \sqrt{I} \left(\frac{\tau - \tau_0}{\tau_0} \right)$$

Bunda τ_0 -nanosni oqim tarkibigi qo‘zg‘alib qo‘shilishi boshlanishiga mos keluvchi urinma kuchlanish; I – suv sathi nishabligi; α -doimiy qiymatga ega bo‘lgan koeffitsient.

III. Bu guruh formulalari asosan, o‘zan tubi nanoslarining sarfini suv sarfi va suv sathi nishabligiga bog‘langan holda aniqlashga mo‘ljallangan bo‘lib, ular ham uzoq chet el mamlakatlarida keng qo‘llaniladi:

1. A.Shoklich formulasi:

$$q_{.s} = \frac{\alpha}{\sqrt{D}} I^{\frac{3}{2}} (q - q_0)$$

2. Mayer-Peter formulasi

$$q_{.s} = \alpha_1 I^{\frac{3}{2}} \left(q^{\frac{3}{2}} - \frac{bD}{I} \right)$$

α, α_1, b – doimiy qiymatga ega bo‘lgan koeffitsientlar; q, q_0 – suv oqimining 1 m kengligiga mos keluvchi va nanoslar harakatining harakatini boshlanishiga mos keluvchi sarflari qiymatlari.

IV. O‘zan tubi nanoslari sarfini aniqlashdagi to‘rtinchi guruh formulalariga nanos zarrachalarining harakatini statistik tahlil natijasida olingan ko‘rinishlari kiradi.

G.Eynshteyn bir jinsli nanoslarni suv oqimining tekis harakatida qo‘zg‘alishini tasodifiy deb hisoblab, nanoslar sarfini aniqlashning ikki usulini taklif etgan.

G.Eynshteynning birinchi usulida o‘zan tubidagi zarrachaning ma‘lum bir Δt va oralig‘ida masofa ko‘chib o‘tishi ehtimoli ko‘rilgan. O‘zan tubidagi birlik kenglikdagi oqimdan Δt vaqt oralig‘ida hisobiy kesimdan D o‘lchamli nanoslar η ehtimoli bilan kesib o‘tadigan nanoslar soni (N)ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$N = \frac{\Delta x}{\alpha_1 D^2} \frac{\eta}{1-\eta}$$

α_1 -zarrachaning shaklini inobatga oluvchi koeffitsient;

Qaralayotgan kesimdan o‘tayotgan zarrachalar soni suv oqimining solishtirma sarfi bilan quyidagi munosabatda bog‘langan:

$$q_{.s} = \frac{N \alpha_2 D^3}{\Delta t}$$

$\alpha_2 D^3$ - alohida nanos zarrachalari sarfi;

Bu tenglamalarning birgalikdagi yechimi quyidagi ifodani beradi:

$$q_{.s} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \frac{\Delta x}{\Delta t} D \frac{\eta}{1-\eta}$$

Quyidagi munosabatlarni qabul qilib, $\Delta \approx D; \Delta t \approx D \left[\left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1 \right) g D \right]^{0.5}$

$$q_{.s} = \alpha_3 \left[\left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1 \right) g D^3 \right]^{0.5} \frac{\eta}{1-\eta}$$

ga ega bo‘lamiz. Nanoslarning o‘zan tubidan ko‘tarilishi η ehtimoli

o‘zan tubu nanoslarinig turg‘unligi funksiyasi sifatida qabul qilsak, ya’ni ($\eta = f(\psi)$) formula quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$q_s = \varphi \left[\left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1 \right) g D^3 \right]^{0.5}$$

$$\varphi = \alpha_3 \frac{f(\psi)}{1 - f(\psi)}$$

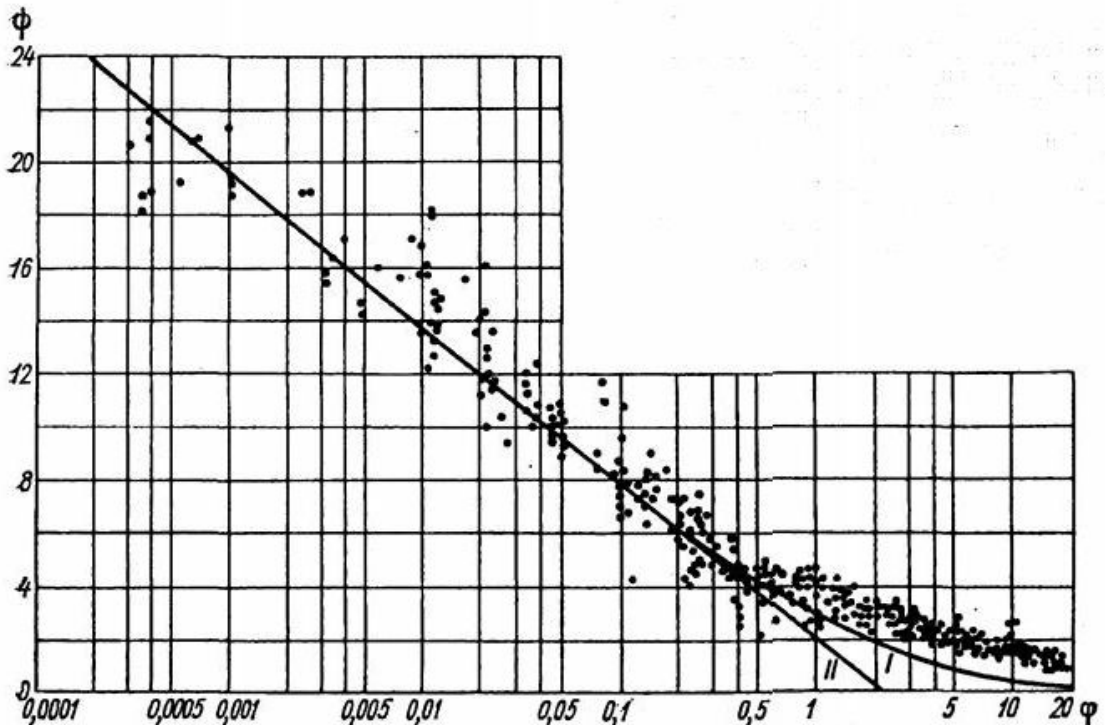
Eynshteyn o‘z tadqiqotlari natijasiga asoslanib, $f(\psi) = e^{-0.39\psi}$; $\alpha = 2.17$ deb qabul qildi. Bu vaziyatni inobatga olib tenglamaning ko‘rinishini yozamiz:

$$\varphi = \frac{2.17}{e^{-0.39\psi} - 1}$$

Turg‘unlik koeffitsientining katta qiymatlarida $e^{-0.39\psi} \gg 1$ bo‘lganda formula quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\varphi = e^{-0.39\psi} - 1$$

Eynshteyn bu ikki formulaga asoslanib quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan funksional bog‘liqliklar grafigini qurgan:



1...rasm. Eynshteyn funksiya $\varphi = f(\psi)$ si grafigi. Grafikda turli laboratoriya sharoitlarida o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari kiritilgan. I- birinchi tenglamaga asosan, II- ikkinchi tenglamaga asosan qurilgan egriliklar.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, yirik nanos zarrachalari uchun ($\psi > 4$) egriliklar o'zaro ustma-ust tushadi, mayda zarrachalar ($\psi < 4$) uchun eksperimental ma'lumotlarga yaxshi mos kelsada, bir oz chetlashadi.

Eynshteynning oqim bilan o'zan tubi o'rtasidagi nanos zarrachalarini o'zaro almashinuviga asoslangan ikkinchi usulida quyidagi cheklanishlar qabul qilingan:

1) Nanoslar bir jinsli bo'lib, o'zan tubi deformatsiyalanmaydi;
 2) Birlik vaqt orlig'id o'zan tubidn ko'tarilayotgan (N_1) va tushayotgan nanoslar (N_2) soni bir biriga teng ($N_1 = N_2$);

3) Bu har ikkala (N_1), (N_2) sonlar ko'taruvchi kuchlar nanos zarrachalaridan katta bo'lishi mumkin ehtimollari ($\eta_1; \eta_2$) funksiyasi bo'lib, quyidagi munosabatlar qabul qilinadi: $N_1 \approx (1 - \eta_1); N_2 \approx \eta_2$;

4) Zarrachaning tubdan uzulishi vaqti quyidagi munosabat orqali aniqlanadi: $\Delta t \rightarrow D \left[\left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1 \right) g D \right]^{0.5}$

5) Ko'taruvchi kuchning o'z o'rtacha qiymatidan og'ishi me'yoriy taqsimlanish qonuniyatiga bo'ysunadi.

Eynshteyn bu cheklanishlarni inobatga olib, o'lchov birliksiz sarfni quyidagi formula yordamida aniqlashni tavsiya etgan:

$$\varphi = 0,023 \frac{1 - \eta_1}{\eta_1} - 0,023 \left[\frac{2}{\operatorname{erf} \frac{1}{\eta_2} (0,072 \beta \psi - 1) + \operatorname{erf} \frac{1}{\eta_2} (0,072 \beta \psi + 1)} - 1 \right]$$

erf -integral xatolar; b - g'adir-budur tepalikchalar balandligini yopishqoq qatlam qalinligiga nisbatini belgilovchi funksiya bo'lib, g'adir-budur o'zanlar tubi uchun $b = 1.25$ qiymat qabul qilinishi mumkin; $\eta_1; \eta_2$ - nanoslarning tubdan uzulishi

ehtimollari. Agar nanoslar turli jinsli bo'lsa, hisoblashni fraksiyalar bo'yicha olib borish maqsadga muvofiqdir.

M.A.Velikanov bu yo'nalishni rivojlantirib, bir jinsli nanoslar va suv oqimining tekis harakati bilan chegaralangan. U sakrayotgan mayda zarrachaning sakrash uzunligi va balandligi o'rtasidagi korrelyatsion bog'liqlikni mavjud degan cheklanishni qabul qilgan. Bu qisqa uzluksiz jarayonni kichik intervallarga bo'lib, hisobiy vaqt oralig'idagi qo'shni kattaliklar o'rtasidagi korelyasiya (tezliklar pulsatsiyasi) nolga teng degan cheklanish qabul qilib, quyidagi ikkita ehtimolni qabul qilgan.

Birinchi ehtimol qisqa vaqt ichida o'zan tubidagi nanos zarrachasi og'irlik kuchi(F) oqimning ko'taruvchi kuchi(P)dan kichik bo'lishi sababli, uni oqim tarkibiga aralashib ketishi, $F \geq P$;

Ikkinchi ehtimol, birinchi qisqa vaqt oralig'ida o'zan tubidan ko'tarilgan nanoslar zarrachasi ikkinchi hisobiy vaqt oralig'ida tubga qaytmaydi, chunki tezlikning vertikal tashkil etuvchi ($v_{\uparrow z}$)si bir necha marotaba gidravlik kattalik(W)dan katta ($W < v_{\uparrow z}$) bo'lishi mumkin. Bu o'zan tubi nanoslari sarfini oshiradi.

M.A.Velikanov nazariyasi ham o'zining mantiqiy yakunini bo'lsada, hozirgi davrgacha ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlarda muhim o'rin egallaydi.

Bu ikki tadqiqotchidan tashqari yana quyidagi nanoslar harakati statistik tahlili natijasida olingan formulalarni ko'rib chiqishimiz mumkin:

Dou-Go-Jenya formulasi:

$$q_s = 0.048D(v-v) \frac{W}{v} \frac{v^2}{v}$$

K.I.Rossinskiy formulasi:

$$q_s = \beta \rho_1 D (\alpha_1 v_B + \alpha_2 v_c)$$

$\beta = 2$; $\alpha_1; \alpha_2$ haraktni uzluksizligini xarakterlovchi koeffitsientlar; $-v_B; v_c$ -surilib va sakrab harakatlanayotgan nanos zarrachalari tezligi.

Turli usullarda olingan tenglamalar bir funksional bog‘liqlik ko‘rinishida ifodalanishi mumkin: $q_s = f\left(\frac{v}{v}\right)$ Bu vaziya barcha formulalarning nazariy asosi to‘g‘ri tanlanganligini isbotidir.

1.16 O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar sarfini aniqlash formulalari va metodlarini samaradorligini baholash

O‘zan tubi nanoslari sarfini aniqlashga doir eksperimental tadqiqotlar natijasida olingan formulalarning e‘tiborli tomoni shundaki, ularning deyarli barchasida o‘zan tubi nanoslarining qaysi ko‘rinishidagi harakatida qo‘llash mumkinligi keltirilmagan. O‘zan tubi nanoslar tizimining harakati esa, o‘zan tubi nanoslarini sakrab, umbaloq ochib, goh sakrab, goh o‘zan tubiga urilib harakatlanishidan ancha farq qiladi. Shu sababli, o‘zan tubi nanoslari tizimining sarf aniqlashda nisbatan sodda ko‘rinishga ega formulalardan foydalaniladi.

Masalan, quyidagi sodda ko‘rinishga ega formulalarni keltirish mumkin:

$$q_s = \alpha \Delta \quad \alpha = 0.6 \div 0.7 \text{ -o'zan tubi nanoslari tizimi shakli parametri;}$$

yoki B.F.Snishenko va Z.D.Kopaliani formulasi:

$$q_s = 0.11 \Delta v \cdot Fr$$

Bunda agar $h \leq 1$ bo‘lsa, $\Delta = 0.25h$, agar $h > 1$ bo‘lsa, $\Delta = 0.2 + 0.1h$;

O‘zan tubi nanoslari tizimini balandligini murakkabroq ko‘rinishga ega, Z.D.Kopaliani formulasidan foydalanib ham aniqlash mumkin:

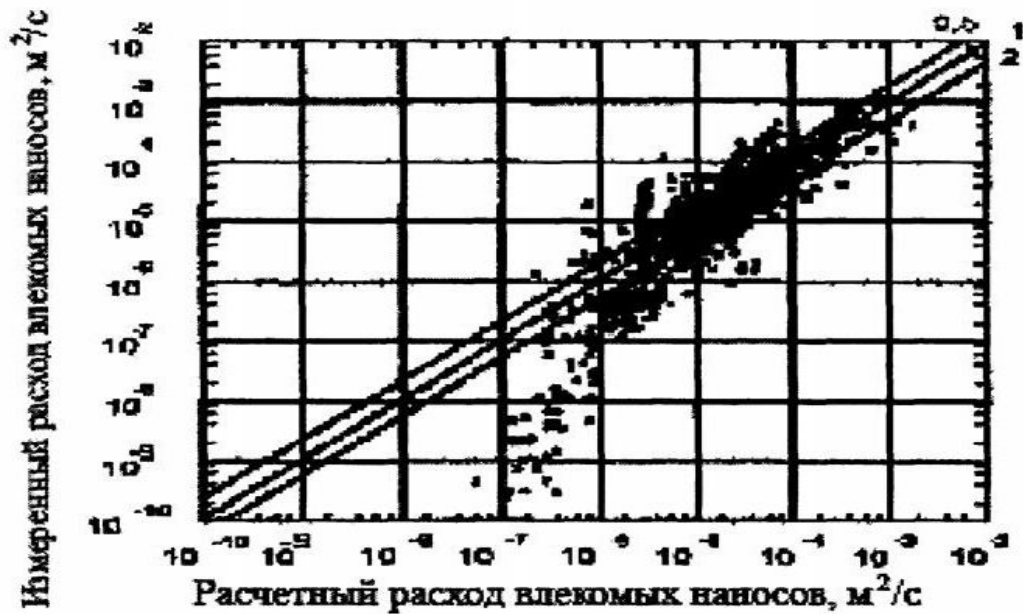
$$\Delta = \frac{0.39D \left(\frac{v}{v_k}\right)^{2.75}}{Fr^{3.75}} \text{ yoki Nosilidze formulasidan foydalanish mumkin:}$$

$$\Delta = \left(0.007 \frac{v}{v_k} + 0.02 \right) h$$

A.A.Kostyuchenko va Z.D.Kopalianilar barcha o‘zan tubi nanoslari sarfini aniqlash empirik formulalarini tahlil qilib, ularning hammasi oqim gidrodinamik xarakteristikasi va o‘zan morfometrik parametrlari o‘zgarishi bilan aniqlashtirilishi kerak ekanligini e’tirof etishgan. Bu noaniqliklarning asosiy sababi sifatida quyidagilarni e’tirof etishgan:

- Atamalarning umumiy bir nomga ega emasligi;
- O‘zan tubi nanoslarining harakat turlarining aniq chegaralanmaganligi;
- Nanoslarning o‘zan tubidan uzulishi va surilishi aniq chegaraviy kritik bog‘liqliklarining yo‘qligi;
- O‘zan tubi nanoslari tizimining ko‘chish shakli strukturasi inobatga olinmaganligi;
- Dala kuzatuv natijalari hajmi kamligi, aniqlik darajasining pastligi, katta sarfli davrda tog‘ daryolarida o‘lchov ishlarining olib borilmaganligi;
- O‘zan tubi nanoslari tizimining pulsatsion rejimi inobatga olinmaganligi;
- O‘zan tubi nanoslari tizimining granulometrik tarkibini yetarli darajada inobatga olinmaganligi;
- Oqib o‘tayotgan nanoslar miqdori baholanayotganda daryo gidrologik rejimi, antropogen ta’sir, o‘zandagi jarayonlar ko‘rinishi, daryo morfometriyasi yetarli darajada inobatga olinmaganligi;
- Oqib o‘tayotgan nanoslar miqdorini, o‘zan tubi nanoslarini, mayda va yirik nanoslarni sarfini aniqlash formulalarini aniqlash formulalarini noaniqligini inobatga olmaslik.

Mualliflar o‘z tahlillari natijasiga asosan, B.F.Snishenko va Z.D. Kopaliani formulasi o‘zan tubi nanoslari sarfini aniqlashda nisbatan qulayligini ko‘rsatishgan. O‘z fikrlarini quyidagi rasmda keltirilgan o‘zan tubi nanoslarini hisoblangan va o‘lchangan sarflari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik grafigini ko‘rsatishgan:



Rasm 1... O‘zan tubi nanoslari sarfining o‘lchangan va taqqoslangan kattaliklarini o‘zaro taqqoslash grafigi.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, nanoslar sarfining $0,000001\text{m}^2/\text{s}$ qiymatigacha o‘zaro mutonosiblik bor.

Tog‘li daryolar uchun kritik tezlikni $v_k = 3.83D^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{6}}$ deb, qabul qilib G.I.SHamov formulasiidan foydalanish taklif etilgan:

$$q_s = 0,95\sqrt{D}\left(\frac{v}{v_k}\right)^3(v-v_k)\left(\frac{D}{h}\right)^{0.25}$$

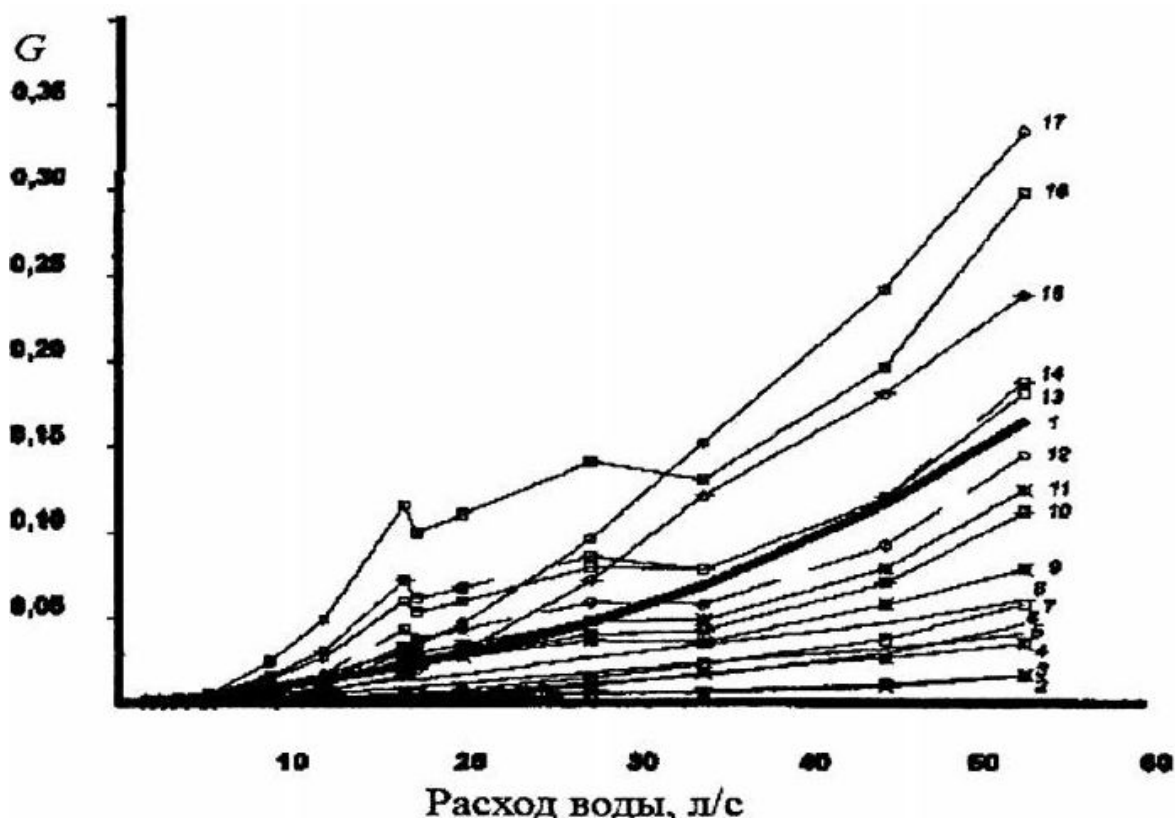
Tekislikda oqadigan kichik daryolar uchun B.F.Snishenko va Z.D. Kopaliani formulasi tavsiya etilgan. Markaziy Osiyodagi daryolar uchun Temirova –Klassen formulasi taklif etilgan:

$$Q_s = 7\gamma \frac{I^{\frac{3}{2}}}{gD^{0.5}}(Q-Q_k)^{0.2}\left(\frac{Q}{Q_k}\right)^{0.25}$$

$$Q_k = 0.067g^{0.5}\left(\frac{\bar{D}}{I}\right)^{2.5}$$

Bunda Q_k -kritik sarf; \bar{D} va D -mos ravishda nanoslarning o‘rtacha va maksimal yirikligi;

Bu tavsiyalarni aniqligini isboti sifatida 17 ta tadqiqotchilar formulalarni tahlilini o‘zan tubi nanoslari sarfini suv oqimining sarfiga bog‘liqligi $Q_s = f(Q)$ grafagini quyidagi rasmda keltirilgan ko‘rinishda qurishgan:



Shartli belgilar:

Belgi	Tartib raqami	Formula muallifi	belgi	Tartib raqami	Formula muallifi	belgi	Tartib raqami	Formula muallifi
	1	O‘lchan-gan		7	Timirova va Klassen		13	Gvelesiani
	2	Tolmazo		8	Meyen-Peter		14	Kudryashov
	3	Orlov		9	Rossinskiy		15	Dyu Buo
	4	Dyu-Buo		10	Romanovskiy		16	SHamov
	5	Shoklich		11	Levi		17	Egiazarov

Rasm 1... Hisoblash va dalakuzatuvni tatqiqotlari natijasida qurilgan o‘zan tubi nanoslari sarfini suv oqimining sarfiga bog‘liqligi $Q_s = f(Q)$ grafigi.

Grafikni tahlil qilsak dala kuzatuv natijalariga V.N.Goncharov formulasi yordamida hisolar natijasi mos kelishi yaqinroq. Bundan tashqari Romanovski, Levi, Gvelesiani, Kudryashov formulalarining moslik darajasi boshqalarga nisbatan yaqinroq bo‘lib turibdi.

Bu formulalardan foydalanishda tadqiqotchidan ancha ehtiyotkorlik talab qilinadi. Chunki, bularda suv oqimidan nanoslar harakata orqada qolishi ta’siri yo‘qotilmagan. Bundan tashqari mualliflar formulaning aniqligini oshirish uchun haddan tashqari ko‘p tuzatish koeffitsientlari kiritishgan.

1.17. Suv oqimining gidrodinamik xarakteristikasi va o‘zan morfometrik parametrlarining oqimning tashuvchanlik qobiliyatiga ta’siri

1.17.1. Suv oqimining tezligini ta’siri

Bu mavzuga oid masalalar bo‘lgan o‘zan tubi nanoslarini harakatiga o‘zanning morfometrik parametrlari, suv oqimining gidravlik xarakateristikasi va nanosning mexanik xarakteristikasiga bog‘liqligini V.N.Goncharov formulasini tahlil qilish bilan tanishib chiqamiz. Asos sifatida o‘lchov birligi $(kg/s \cdot m)$ bo‘lgan nanoslarning transporti tenglamasini olamiz:

$$q_s = 3(1 + \varphi) \nu D \left(\frac{\nu^3}{\nu^3} - 1 \right) \left(\frac{\nu}{\nu} - 1 \right)$$

Tenglamada suv oqimi tezligi ochiq ko‘rinishda keltirilmaganligi sababli, u quyidagi aproksimatsiyani qabul qildi:

$$\nu = \left(\frac{\nu^3}{\nu^3} - 1 \right) \left(\frac{\nu}{\nu} - 1 \right) \approx 0.4 \left(\frac{\nu}{\nu} \right)^{4.33}$$

Demak, tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$q_s = 1,2(1 + \varphi)v D \left(\frac{v}{\nu} \right)^{4.33}$$

Approksimatsiya aniqligi 12-14%ni tashkil etadi.

Bu formula suv oqimining tezligiga bog'liq holda o'zan tubi nanoslari sarfining aniqlik darajasini belgilaydi.

O'rtacha tezlikni o'lchanish va hisoblanishi o'rtacha kvadrat xatoligini $\sigma_v \approx 3 = 5\%$ deb qabul qilib, o'zan tubi nanoslari sarfini absolyut va nisbiy xatoliklarini quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin:

$$|\sigma_q| = \sigma_v v \frac{q_{s\partial}}{\nu};$$

$$\sigma_q = \frac{\sigma_v v}{q_{s\partial}} \frac{q_{s\partial}}{\nu}$$

V.N.Goncharov formulasidan hosilani aniqlab olsak,

$$\sigma_q = 4.33\sigma_v = m\sigma_v$$

Formulaga ega bo'lamiz. Bunda turli tatqiqotchilar formulalarini tahlil qilinganda, m koeffitsient 2-12 oralig'idagi qiymatlarni qabul qilishi aniqlangan. Bu koeffitsient qiymati V.N.Goncharov formulasiga asosan 4.33 bo'lganda tezlikni o'lchashdagi xatolik o'zan tubi nanoslari sarfini xatoligini 21,06%, bersa, bu boshqa formulalarda 60% gacha o'zgarishi mumkin.

O'zan tubi nanoslari sarfiga suv oqimining chuqurligini ta'siri

Suv oqimining chuqurligi o'zan morfometriyasiga, harakat turiga, suv sathi nishabligiga, o'zandagi deformatsion jarayonlarga, sarfga va boshqa omillarga bog'liqligi bizga Gidravlika kursidan ma'lum. Bu masalani o'rganishda deformatsiyalanmaydigan tubli o'zanda tekis masalani ko'rish bilan chegaralanamiz. Garchand, chuqurlik o'zgarishi bilan suv sarfi va suv sathi nishabligi birga o'zgarsada, biz masalani soddalashtirilgan ko'rinishini ko'rib chiqamiz. Dastlab, suv oqim chuqurligini o'zan tubi nanoslari sarfiga ta'sirini suv oqimining sarfi o'zgargan holda suv sathi nishabligini o'zgarimas deb qabul qilib oqimning bir metr kengligi-solishtirma sarf uchun (q) ko'rib chiqamiz. Keyingi bosqichda, suv oqim chuqurligini o'zan tubi nanoslari sarfiga ta'sirini suv oqimining sarfi o'zgarmagan holda suv

sathi nishabligini o'zgaruvchan deb qabul qilib oqimning bir metr kengligi-solishtirma sarf uchun (q) ko'rib chiqamiz.

1. Demak, birinchi bosqichda o'zan tubi nanoslari sarfi (q_s), oqim chuqurligi (h), suv sarfi (q) o'zgaruvchan va suv sathi nishabligi (l) o'zgarmas deb chegaraviy shartlar qabul qilamiz.

Bu shartlarga asosan, sarfga bog'liq holda o'zgaradigan, suv sathi nishabligiga bog'liq bo'lmagan chuqurlikning ikki hisobiy qiymati uchun o'zan tubi nanoslari sarflarini nisbatini olamiz:

$$\frac{q_{s1}}{q_{s0}} = \frac{1.2(1 + \varphi_1) v_1 D_1 \left(\frac{v_1}{v_0} \right)^{4.33}}{1.2(1 + \varphi_0) v_0 D_0 \left(\frac{v_0}{v_0} \right)^{4.33}}$$

Nanoslar yirikligi o'zgarmaslik shartini qabul qilib, V.N.Goncharovning kritik chuqurliklarni aniqlash formulasiga asosan, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{41 \lg \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{2ghl}}{\lg \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{3.5\rho}}}$$

$$\frac{v_{11}}{v_{10}} = \frac{\lg \left(\frac{8.8h_1}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D_1}{3.5\rho}}}{\lg \left(\frac{8.8h_0}{D_{5\%}} \right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D_0}{3.5\rho}}}$$

Ushbu munosabatlarda quyidagi approksimatsiyani qabul qilamiz:

$$\lg \left(\frac{8.8h}{D_{5\%}} \right) \approx \alpha \left(\frac{h}{D_{5\%}} \right)^{\frac{1}{6}}$$

Ushbu munosabatdan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{q_{s1}}{q_{s0}} = \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{\frac{4.33}{2}} = \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{2.33}$$

V.N.Goncharov formulasiga asosan bu munosabat o‘zan tubi nanoslarining sarfi chuqurlikning 2.33 darajasiga proporsionalligini ko‘rsatadi. Boshqa tadqiqotchilar formulalari uchun o‘zan tubi nanoslarining sarfi chuqurlikning nechanchi darajasiga proporsionalligini ko‘rsatuvchi formulani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\frac{q_{s1}}{q_{s0}} = \left(\frac{h_1}{h_0} \right)^{2\frac{m}{6} + \frac{1}{6}}$$

2. Ikkinchi bosqichda o‘zan tubi nanoslari sarfi (q_s), oqim chuqurligi (h), suv sathi nishabligi (I) o‘zgaruvchan va suv sarfi (q) o‘zgamas deb chegaraviy shartlar qabul qilamiz.

Bu shartlarga asosan, sarfga bog‘liq holda o‘zgaradigan, suv sathi nishabligiga bog‘liq bo‘lmagan chuqurlikning ikki hisobiy qiymati uchun o‘zan tubi nanoslari sarflarini nisbatini olamiz:

$$\frac{q_{s1}}{q_{s0}} = \left(\frac{v_{s1}}{v_{s0}} \right)^{3.33} \left(\frac{\left(\frac{q_1}{h_1} \right)^{4.33}}{\left(\frac{q_0}{h_0} \right)^{4.33}} \right) = \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^{\frac{3.33}{6}} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^{4.33} = \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^{4.89} \approx \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^5$$

Demak, xulosa qilish mumkinki, ko‘pincha gidrotexnika amaliyotida suv omborlarida kuzatiladigan suv sarfi o‘zgarmasdan suv sathi o‘zgarganda o‘zan tubi nanoslari sarfi chuqurlikning beshinchi darajasiga teskari proporsional bo‘ladi. Mana shu sababli ham daryolar suv omboriga quyilayotganda o‘zan tubi nanoslari jadal ko‘rinishda o‘zan tubiga cho‘kadi.

1.17.2. Nanoslar yirikligining o‘zan tubi nanoslari sarfiga ta’siri

Nanoslar transporti gidravlik hisobi bajarilayotganda nanoslar yirikligining o‘rtacha va o‘zan tubi g‘adirg‘budurligini xarakterlovchi nanos o‘lchamlari qabul qilinadi. Ikkinchi guruh nanoslari yirik nanoslar sifatida e’tirof etilib, ularning miqdori aralashmada 5% yoki 10% miqdorda mavjud deb qabul qilinadi.

Nanoslarning 5% ta'minlanganlik sharoitida turli miqdordagi nanoslar sarfini munosabatini ko'rib chiqamiz:

$$\frac{q_{s1}}{q_{s0}} = \frac{(1+\varphi_1) \lg\left(\frac{8.8h_1}{D_{5\%1}}\right)}{(1+\varphi_0) \lg\left(\frac{8.8h_0}{D_{5\%0}}\right)} \left(\frac{D_1}{D_0}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{D_0}{D_1}\right)^{\frac{4.33}{2}} \approx \frac{(1+\varphi_1)}{(1+\varphi_0)} \left(\frac{D_{5\%0}}{D_{5\%1}}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{D_0}{D_1}\right)^{1.67}$$

Demak o'zan tubi nanoslari sarfi ularning yirikligi 1.67 darajasiga teskari proporsional bo'lar ekan. Haqiqatdan ham nanoslar qancha yirik bo'lsa, suv oqimi uni o'zan tubidan uzib olishga shuncha katta kuch sarflar ekan. Bundan tashqari o'zan tubi nanoslari suv oqimining turbulენტlik parametriga to'g'ridan to'g'ri bog'langan bo'lar ekan.

1.18. O'zan tubiga cho'kadigan nanoslar miqdorini hisoblash metodlari. Markaziy Osiyo xududidagi suv omborlariga oqib kirayotgan nanoslarni aniqlash.

Daryo va kanallar o'zanlaridagi jarayonni, tindirgich va suv omborlaridagi deformatsion jarayonlarni baholash uchun o'zanga oqib kelayotgan nanoslar miqdori haqida aniq ma'lumotga ega bo'lish muhim masala hisoblanadi. Bunda oqib kelayotgan nanoslar miqdorining bir yillik, ko'p yillik hajmi aniqlanadi. Oqib kelayotgan o'zan tubi nanoslari va oqim tarkibidagi muallaqlashgan nanoslar miqdori birgalikda aniqlanadi. Oqib kelayotgan nanoslar miqdorini aniqlash uchun bajariladigan hisoblar usullarini shartli ravishda ikki katta guruhga bo'lish mumkin.

Birinchi guruhga nanoslar miqdorini aniqlash formulalari va metodlariga asoslangan usullarni kiritish mumkin. Ikkinchi guruhga nanoslar muvozanati tenglamasiga asoslangan usul.

Birinchi guruh usullariga asosan hisoblar bajarilganda suv oqimining gidravlik xarakteristikasi (o'rtacha tezlik, sarf, sath nishabligi va boshqalar) va o'zanning morfometrik parametrlarining har kunlik ma'lumotlari olinib, muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi aniqlanadi. Bunda sharoitga va regionga mos keladigan

yuqorida qarab chiqilgan formulalardan biridan foydalaniladi. Masalan Z.D.Kopialiani formulasini qullash mumkin. Vaqtinchalik omillar inobatga olinib, yillik nanoslar miqdori hisoblab olinadi. Oqib kelayotgan nanoslar me'yoriga o'rtacha yillik o'zan tubi nanoslari miqdori (\bar{Q}_s) ning yillik suv sarfi (\bar{Q})n ga bog'liqlik grafigi ($\bar{Q}_s = \bar{Q}$)n dan foydalanib aniqlanadi.

Ikkinchi guruh usullari ancha murakkab hisoblanadi. Bu yo'nalishda professor N.I.Alekseevskiy olib borgan tatqiqotlar ancha mukammlashgan hisoblanadi. Nanoslar muvozanati tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\Delta W = W_2 - W_1$$

Bunda, $W_2; W_1$ - mos ravishda qaralayotga sohadan chiqayotgan va unga kirayotgan nanoslar miqdori. ΔW - qaralayotgan sohada qolayotgan nanoslar miqdori.

Ta'kidlash lozimki, gidrometrik o'lchovlar yoki gidravlik hisoblar natijasida aniqlangan kirayotgan va chiqayotgan nanoslar miqdorini aniqlik darajasi past bo'lganligi sababli, sohada qolayotgan nanoslar miqdorini aniqlash ham murakkab masala bo'lib qolmoqda. Umuman, olganda kirayotgan va chiqayotgan nanoslar miqdori bir biridan farq qilganligi sababli, doimiy ravishda nanoslar farqi mavjud bo'ladi. Professor N.I.Alekseyevskiyning bu boradagi ishlari bilan tanishib, ushbu usulni o'rganish mumkin.

Markaziy Osiyo regionidagi suv omborlarida yig'iladigan nanoslar miqdorini bilish dolzarb muammo hisoblangan. Chunki, birgina Bizning mavlakatimiz xududida qariyb 60 ga yaqin asosan irrigatsion maqsadlarda foydalaniladigan suv omborlari mavjud bo'lib, ularga oqib kelayotgan nanoslar miqdorini oshishi suv omborida loyqa bosish jarayonini jadallashtiradi va natijada bu suv omborining foydali ish hajmini kamayishiga sabab bo'ladi. Yoki suv chiqarish inshooti bosh qismini ko'milashiga sabab bo'lishi va suv chiqarish muammosini keltirib chiqaradi. Masalang To'polang suv omborida shu vziyat yuzaga kelgan. Yoki mamlakatimiz xududidagi suv omborlarida o'tkazilgan dala ko'zatuv natijalariga asosan, Qayroqqum suv omborining bir yillik loyqa bosishi 0,8 % (13 yil davomida 4,16

mlrd. m³ hajmning loyqa bosgan miqdori 0,413mlrd. m³ni tashkil qilgan), Chardaryo suv omborining bir yillik loyqa bosishi – 0,6 % (3 yilda 5,7 mlrd. m³ hajmning 0,10 mlrd. m³ni tashkil qilgan), Chimqo‘rg‘on suv omborining bir yillik loyqa bosishi - 0,5 % (40 yilda 500 mln. m³ hajmning loyqa bosgan miqdori – 100 mln. m³ ni tashkil etgan), Janubiy Surxon suv omborining bir yillik loyqa bosishi - 1,0 % (40 yil davomida 800 mln. m³ hajmning loyqa bosgan miqdori - 300 mln. m³ hajmni tashkil etgan), Pachkamar suv omborining bir yillik loyqa bosgan miqdori - 0,75% (29 280 mln. m³ hajmning loyqa bosgan miqdori 60 mln. m³ hajmni tashkil etgan) ga tenglini e‘tirof etish mumkin. Bunday jadallikda suv omborining loyqa bosishi uning ishlash mudatini loyihaviy muddatga nisbatan keskin kamaytiradi. Mamlakatimiz olimlari tomonidan ushbu muammoni echish bilan juda katta ilmiy maktablar shug‘ullanishgan.

Bu yo‘nalishda mamlatimizda bajarilgan ilmiy shlrndan dotsent I. Axmedxodjaevaning ilmiy ishlari natijasini e‘tirof etish mumkin. Barcha gidravlik hisoblar bajariladigan suv omborlari yuqorigi b‘eflari suv sathini o‘zgarimas deb qabul qilib, suv omborlari loyqa bosishini mavjud usullarini uch shartli guruhga bo‘ladi.

1 guruh. Nanoslarning muvozanati yoki o‘zanning deformatsiyasi tenglamalarini integrallab yechishga asoslangan. Bu usullar suv omboriga kirishda suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati kamayishi hisobiga nanoslar cho‘kishini izohlaydi.

2 guruh. Bu usulga suv oqimi sathi va loyqalanganligini me‘yoriy qiymatlarini aniqlash formulalarini qullnilishiga asoslangan. Bu usul asosiga oqimning muallaqlashtiruvchi qobiliyatini yoki o‘zan shakllanayotganda oqimning nanoslar bilan yuklanishini aniqlash qabul qilingan.

3 guruh. Bu guruhga Teylor va Ortning formulalariga asoslangan empirik usul kiritilgan.

Birinchi guruh usullaridan asosan faqat SANIIRI (Oʻrta Osiyo Irrigatsiya Ilmiy Tadqiqot Instituti, hozirda Toshkent Irrigatsiya va Melioratsiya Instituti tarkibida) amaliyotda keng qoʻllaniladi. Chunki, irrigatsion maqsadda ishlatiladigan suv omborlarida loyqa bosish jarayoni ancha murakkab jarayon, sath oʻzgarishi, loyqa bosish oʻlchamlari va eng asosiysi bu usullarda asosan yirik nanoslar inobatga olingan, lekin suv oqim tarkibidagi nanoslarning 90-95% ini tashkil qiluvchi mayda nanoslar inobatga olinmagan. SANIIRI usuli bir necha suv omborlaridagi loyqa bosish jarayonini bashorat qilishda qoʻllanilgan. Lekin ushbu usulda Metodi raschyota, otnosyashiesya k 1 gruppe raschyotov, prakticheski turgʻun sohalarning mavjudligi, sathni oʻzgaruvchanligi kabi jarayonlarning inobatga olinmaganligi hisob natijalarini dala kuzatuv tadqiqot natijalaridan katta farq bilan chiqishiga sabab boʻlgan. Nanoslar hajmini aniqlashga doir A.N.Gostunskiy usuli nanoslarning yirikligi boʻyicha taqsimlanishiga asoslangan. Bu usulga asosan nanoslar taqsimlanishi egriligi $\beta = -1,15 + 10\%$, boʻlganligi sababli, 1951 yildan keyin amaliyotda qoʻllanilmagan. Oʻzan tubi nanoslari hisobiga oʻzan tubining qayta shakllanishini F.SH. Muxamedjanov ishlab chiqqan. Uning usulida ham bir necha kamchiliklar boʻlgan, jumladan:

1) Bu usul toʻgʻon balandligi $\Delta h = (2-3)H_0, (3-7\text{m})$ boʻlgan suv omborlarida qullanilishi mumkin boʻlib, baland naporli suv omborlarida qoʻllanilishi tavsiya etilmagan;

2) Suv sathi oʻzgaruvchan suv omborlarid ham qoʻllanilishi mumkin emas.

V.S.Skrilnikov esa suv omborlarida loyqa bosish jarayonini ikki bosqichga boʻlib hisoblashni taklif etgan.

1- bosqich – suv omboriga qirgan nanoslarning barchasi choʻkib qoladi deb qabul qilingan. Bu kichik naporli suv omborlari uchun

2- bosqich suv omborida bir qism nanoslar choʻkadi qolgani chiqib ketadi.

Bunda quyidagi chegaraviy shart qabul qilinadi:

$$\frac{W_p}{W^1} = 0,12 \quad \text{bunda} \quad W_p = \frac{Q_i}{V_p} L_i$$

Birinchibosqich davom etishi davri $t_1 = \frac{W^1}{G_0}$

$$W^1 = W - 8,33 \cdot W$$

Ikkinchi bosqichda suvning tiniqlashish darajasi

$$\varepsilon = 0,041 \left(\frac{W_p}{W} \right)^{-1,5} \quad \text{bunda} \quad W = W^1 - W$$

$W = \sum_0^{t_i} W_i$ -ikkinchi bosqich boshlangandan keyingi vaqt davomidagi loyqa bosgan hajm; $W_i = G_0(1 - \varepsilon)t_i$

A.X.Sodiqov i F.A. G'opporov usullari esa suv omborlaridagi bir necha yillik balansini o'rganish orqali oqib kirayotgan nanoslar hisobiga suv omborini loyqa bosishini aniqlashga asoslangan.

$$V = V - \Delta V \left(\frac{\Delta V}{\Delta V} \right)$$

Bunda $\left(\frac{\Delta V}{\Delta V} \right)$ - suv omboridagi suv sathini turli darajalari uchun hisoblangan kattalik.

Bu qarab chiqilgan usullarning anmiqlik darajasi mukammalashmagan bo'lsada, Markaziy Osiyo regionidagi suv omborlarida nanoslarning miqdorini aniqlab,suv omborlari tubini loyqa bosishini ya'ni o'zan tubini qayta shakllanishini hisoblashda qo'llaniladi.

1.19. Nanoslarni muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslariga bo'linishi mezonlari.Muallaqlashgan nanoslarning o'zan tubi nanoslariga aylanishi va o'zan tubi nanoslarinig muallaqlashgan nanoslarga aylanishi.

Yuqorida ta'kidlaganimizdek nanoslar daryolarning irmoqlarida paydo bo'lib, daryo o'zani tubi bo'ylab bir necha bor urilib, ko'tarilib, tushib harakatlanadi. Nanoslarning yirikligi darajasi avvalombor mana shu daryo havzasini tashkil qiladigan gruntlarga, klimatga, fizik-geografik shart sharoitlarga bog'liq. Bundan tashqari o'zan tubi nishabligi, suv sathi nishabligi oqim bo'ylab pastga kamayish tomonga o'zgarib boradi. Bu kattaliklar daryoning boshlang'ich irmoqlarida daryoning tekislikdagi o'zanlaridagi qiymatidan katta bo'ladi. Bu ham nanoslarning saralanishiga tahsir ko'rsatadi. Nanoslarni oqim tarkibida chukmasdan muallaqlashgan ko'rinishda harakatlanadigan turini muallaqlashgan nanoslar deb, o'zan tubida goh urilib, goh ko'tarilib, surilib, umbaloq oshib, tizim bo'lib quyun shaklida harakatlanadigan barchasini o'zan tubi nanoslari deb atagan edik. Bundan tashqari nanoslarni o'zanni shakllantiradigan va o'zanni shakllantirmaydigan ko'rinishlarga ham ko'pgina klassik adabiyotlarda bo'linadi. Bunday klassifikatsiya asosan jarayonning fizik tomonini izohlaydi. Haqiqatdan ham o'zanni shakllantiruvchi nanoslar deganda asosan o'zan tubi bo'ylab harakatlanuvchi, yirik o'lchamli o'zan tubi nanoslari tizimi nanoslarini tushunish mumkin. Bu nanoslar qig'oq asosini tashkil qiladi. O'zanni shakllantirmaydigan nanoslar deganda esa muallaqlashgan nanoslarning analogi tushinilib, ular o'zanni shakllantirish jarayonida qatnashmaydi, balki toshqin vaqtida o'zanga tushib, sath pasayganda, yoki o'zan morfometriyasi o'zgarganda qirg'oqlarga cho'kishi va uyumchalarni tashkil qilishi mumkin. Bular suv sathi oshganda yana oqim tarkibiga qushilib ketishi ehtimoli haqiqatga yaqin. Nanoslarni muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslariga yoki o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydigan nanoslarga bo'lishdagi eng muhim mezon bu miqdoriy mezondir. Afsuski yagona standart metodika mavjud emas. Shu sababli, tadqiqot-chilarning tavsiyalariga tayanish mumkin. V.N.Goncharov nanoslarni o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydigan nanoslarga bo'lishda quyidagi vaziyatlarni inobatga olgan.

Bizga ma'lumki, oqim tarkibidagi nanoslar yirikligining kamayishi suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini oshiradi. Lekin, V.N.Goncharov nanoslarning shunday mayda fraksiyalari mavjudki, ularning oqim tarkibiga qushilishi natijasida

suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati o'zgarmaydi deb hisoblaydi. Chunki, oqim tarkibida muallaqlashgan ko'rinishda harakatlanib, o'zanning oqim harakatiga qarshiligini o'zgartirmaydi deb hisoblagan. Bu vaziyat faqatgina muallaqlashgan nanoslarning o'zan tub nanoslari tizimiga qaytib cho'kmaydigan holatida amalga oshishi mumkin. V.N.Gonarov bunga o'zi taklif etgan o'zan tubi nanoslar tizimini ko'chishi mezonlariga asoslanib, nanolarning bu fraksiyasi uchun quyidagi shartni qabul qilgan:

$$v \geq v''' = 2.5v \cdot \sqrt{\left(\frac{h}{D_{5\%}}\right)}$$

$$v = \lg\left(\frac{8.8h}{D_{5\%}}\right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{3.5\rho}}$$

$$v = \lg\left(\frac{8.8h}{D_{5\%}}\right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1.75\rho}}$$

Bunda D -nanoslarni o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydigan ko'rinishlarga ajratuvchi va $v = v'''$ shartni qanoatlantiruvchi yirikligi. Bu shart kritik holatga mos kelganligi uchun uni qabul qilamiz va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$v = \lg\left(\frac{8.8h}{D_{5\%}}\right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{1.75\rho}} = v''' = \lg\left(\frac{8.8h}{D_{5\%}}\right) \sqrt{\frac{2g(\rho - \rho)D}{3.5\rho}} \cdot 2.5 \sqrt{\left(\frac{h}{D_{5\%}}\right)}$$

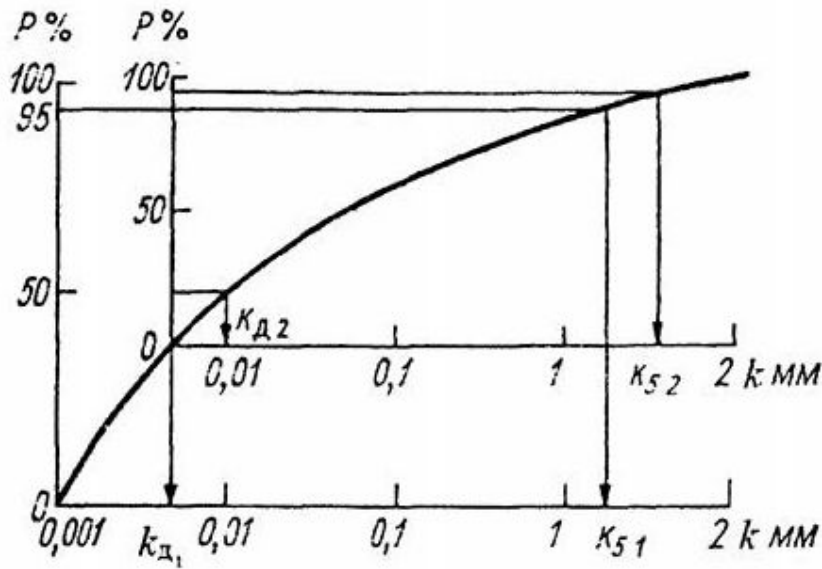
$$\text{Bundan, } \sqrt{D} = \frac{2.5}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{h}{D_{5\%}}\right)} \sqrt{D}$$

$$\text{Demak, } D = \frac{D_{5\%}}{3,12 \left(\frac{h}{D_{5\%}}\right)^{\frac{1}{6}}}$$

Nanoslarning D dan kichik o'lchamlisi o'zanni shakllantirmaydigan, D dan kattasi o'zanni shakllantiruvchi siftida V.N.Goncharov tomonidan e'tirof etilgan. Bizga ma'lumki gidrometrik o'lchovda olingan namuna tarkibida o'zanni shakllantirmaydigan va shakllantiruvchilar aralashgan ko'rinishda bo'ladi. Ularni bir biridan

ajratish uchun quyidagi tartibda bajariladigan taqribiy hisoblash usulidan foydalaniladi:

1. Dala kuzatuv tatqiqotlarida olingan gidrometrik o'lchov natijalaridan foydalanib, fraksion tarkib grafigi quyida keltirilgan rasm ko'rinishida quriladi:



1..rasm.Nanoslarning granulometrik tarkibi grafigi

2. Quyidagi formula yordamida nanoslarning 5% miqdordagi yirikligi aniqlab olinadi: $D_{5\%} = \frac{\sum D_i \cdot i}{100}$

D_i - ajratilgan nanoslar fraksiyasi o'rtacha diametri; i - shu o'rtacha diametrdagi nanoslarning protsent miqdori.

3. Keyin birinchi yaqinlashishda quyidagi formulaga asosan, nanoslarning o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydgan ko'rinishlarga ajratuvchi va

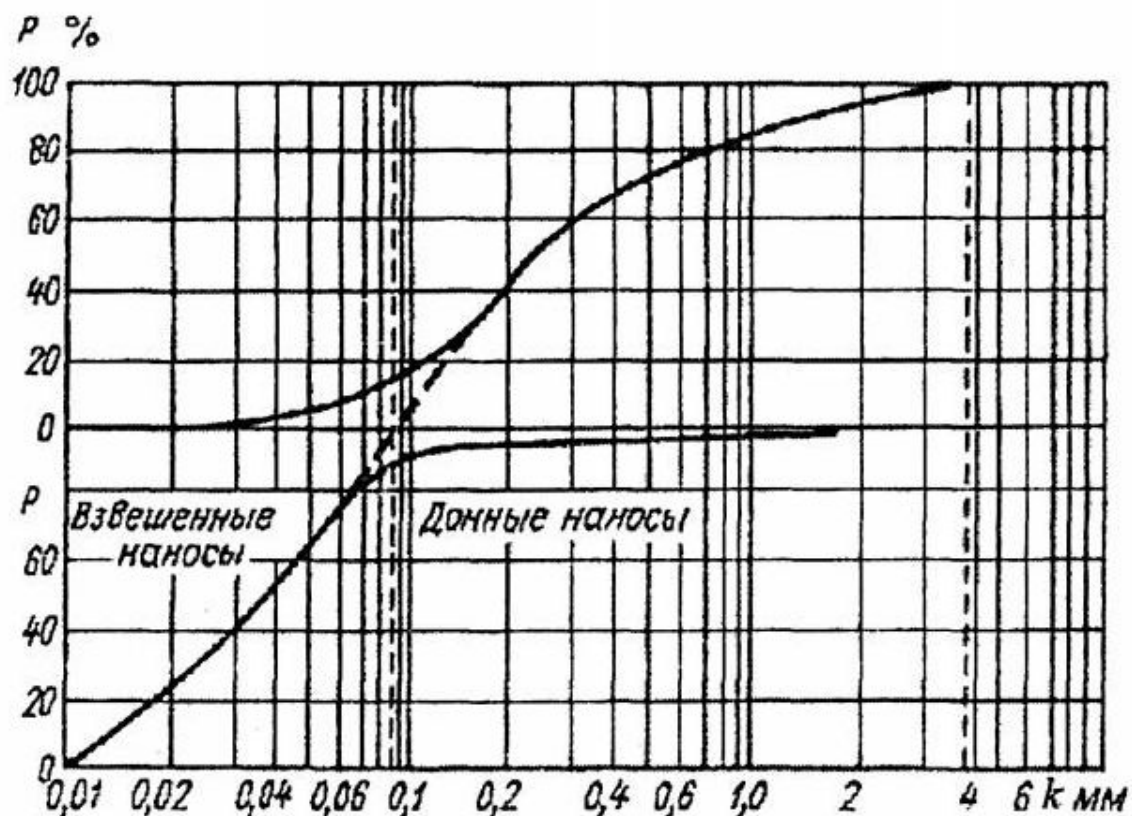
$v = v'''$ shartni qanoatlantiruvchi yirikligi aniqlanadi:
$$D = \frac{D_{5\%}}{3,12 \left(\frac{h}{D_{5\%}} \right)^{\frac{1}{6}}}$$

4. Nanoslarning $D_i > D_k$ shartni bajaruvchi yiriklikdagi qismi o'zanni shakllantiruvchi, nanoslarning $D_i < D_k$ shartni bajaruvchi yiriklikdagi qismi o'zanni shakllantirmaydigan guruhlarga ajratiladi;

5. Aniqlangan kattalikni $D_k = D_{k_1}$ deb qabul qilinib, fraksion tarkib grafigida koordinata boshi sifatida shu kattalik koordinatasi qabul qilinadi va yuqoridagi hisoblash tartibi qaytariladi, natijada bu chegaraviy kattalikning aniqlashtirilgan ikkinchi yaqinlashdagi D_{k_2} qiymati aniqlanadi;

6. Xuddi shu tartibda nanoslarning o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydigan ko'rinishlarga ajratuvchi va $\nu = \nu''$ shartni qanoatlantiruvchi yirikligi uchunchi darajali aniqlikdagi qiymatini aniqlash mumkin.

Albatta, nanoslarning o'zanni shakllantiruvchi va o'zanni shakllantirmaydigan ko'rinishlarga ajratuvchi va $\nu = \nu''$ shartni qanoatlantiruvchi yirikligi soniy qiymatini olinishi V.N.Goncharov usulining ustunlik tomoni hisoblanadi, lekin uning hisoblash formulasidagi cheklanishlar, asosan laboratoriya sharoitida olingan kam hajmdagi ma'lumotlarga asoslanganligi uning kamchilik tomoni hisoblanadi. Ushbu yo'nalishda V.Kresser tadqiqotlar oli borib nanoslarni muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslari ko'rinishga ajratishning grafik usulini ishlab chiqqan. Daryoning aniq bir stvori uchun olingan ma'lumotlar asosida, nanoslar yirikligini yagona logorifmik shkalaga umumlashtirib, nanoslarning namunasi va o'zan tubidan olingan nanoslar uchun quyidagi rasmda keltirilgaidek fraksion tarkib egriligi quriladi:



Rasm 1..... V.Kresserning nanoslarni muallaqlagan va o‘zan tubi nanoslariga ajratish grafigi

Ikkinchi egrilik birinchi egrilik ustida joylashib, ular o‘zaro rasmda ko‘rsatilganidek birlashtiriladi. Kesishish nuqtalari o‘zan tubi va muallaqlashgan nanoslar sohalari chegarasi sifatida qabul qilinadi. V.Kresser grafigi shartli xarakterga ega, lekin bu grafik oqim tarkibida salmoqli o‘ringa ega bo‘lgan muallaqlashgan nanoslar o‘zan tubi nanoslari tarkibida kam miqdorda bo‘lishligini yaqqol ko‘rsatib turibdi.

Albatta, o‘zan tubi va muallaqlashgan nanoslarga yoki o‘zanni shakllantiradigan yoki shakllantirmaydigan nanoslarga bo‘linadigan aniq bir asosli qoidani yo‘qligi nanoslarni ko‘chishining fizik mohiyatiga ham ta’sir qiladi. Ta’kidlash kerakki, oqim –o‘zan sistemasi suv havzasidan oqib kelayotgan nanoslar miqdorini o‘zgarishiga mos aniq o‘zgaruvchan murakkab o‘z-o‘zini boshqaruvchi sistemaligi ko‘rinib turibdi.

N.E.Kondratev suv oqimi tarkibida asosiy miqdorni tashkil etuvchi muallaqlashgan nanoslarning o‘zan tubi nanoslari tarkibida kam bo‘lishligi paradoksini va V.Kresser grafigini talqinini sodda yondashish usulini taklif etgan. Uning talqiniga asosan, o‘zanning to‘g‘ri uchastkasida o‘zan tubidan oqim tarkibiga bir xil yiriklikdagi R miqdordagi nanoslar birlik o‘zan yuzasidan birlik vaqt oralig‘ida qo‘shilib, ular bir xil masofa(l)ni bosib o‘tishadi va yana o‘zan tubiga qaytishadi. Bunda nanos zarrachasining harakati diskert xarakteri saqlanib qolsada, uning uzunlik bo‘ylab cho‘kishi va oqim tarkibiga olinishi o‘rtalashtiriladi. Qaralayotgan stvordan undan oldingi sohada oqim tarkibigi qo‘shilgan nanoslar sarfini yozamiz: $q = Pl$;

Bu stvordan turli o‘lchamdagi nanos zarrachalari o‘tganligi sababli, o‘zan tubi yuvilganda oqim tarkibigi turli o‘lcham-yiriklikdagi nanoslar qo‘shilishi bizga ma‘lum. O‘zan tubi nanoslari va muallaqlashgan nanoslar sarfini aniqlash uchun ularning sarflari munosabatlarini quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$\frac{q_s}{q_s} = \frac{P}{Pl} \quad \text{bundan} \quad q_s = q_s \cdot \frac{P}{Pl}$$

Formulada, $\frac{P}{Pl}$ nisbat har bir holat uchun o‘zan tubi nanoslari fraksion tarkibiga asosan aniqlanadi. Yuqorida V.Kresser grafigidan ko‘rinib turibdiki, mayda fraksiyali nanoslar o‘zan tubi nanoslari tarkibida juda kam bo‘lib, umumiy aralashma miqdorining 10%idan yuqori bo‘lmaydi. l masofa xarakat xarakteridan kelib chiqqan holda l masofadan ikki uch marotaba katta bo‘lishligini e‘tirof etish mumkin. Suv oqimi tarkibidagi nanoslarning asosiy qismini muallaqlashgan nanoslar tashkil qilishini sababini shu bilan tushuntirish mumkin.

Yuqorida olingan formula asosida quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

1. O‘zan tubidagi nanoslar tarkibida mayda fraksiyali nanoslarning juda kam miqdorda o‘zgarishi ham, nanoslar oqishi miqdorini bir necha marotaba o‘zgartirib

yuborishi mumkin. Mana xuddi shu jarayonda suv oqimining o'z tarkibiga qo'yilayotgan muallaqlashgan nanoslarni tushishga moslanuvchanligini ko'satadi;

2. O'zan tubi nanoslari sarfi muallaqlashgan nanoslar sarfini belgilaydi. Chunki o'zan tubidan yuvilayotgan nanoslarning asosiy qismini o'zanning skletini tashkil qiluvchi yirik o'lchamli nanoslar belgilaydi;

3. O'zgaruvchan tubga ega o'zanlar uchun nanoslar muvozanati tenglamasi faqat o'zan tubi nanoslari uchun o'rinli bo'lib, muallaqlashgan nanoslar ular orasidagi g'ovaklarga joylashib, o'zan tubi vaziyatiga ta'sir ko'rsatmaydi. Nanoslar muvozanati tenglamasi faqat o'zanning to'rg'un sohalarda loyqa bosish jarayoni yoki uyumchalar paydo bo'ladigan sohalarda muallaqlashgan nanoslar uchun o'rinli bo'lishi mumkin.

1.20. Suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarning sarflari o'rtasidagi munosabat

Suv omborlari yuqorigi b'eflarini loyqa bosishini, gidrotexnik inshootlarning suv oqimi dinamikasiga ta'siri natijasida daryo o'zanlarida yuz beradigan deformatsion jarayonlarni, o'zandagi kar'yerlarni, GTI PBdagi deformatsion jarayonlarni, biror gidrotexnik inshootni qurish uchun daryo o'zanidagi nanoslar miqdorini va boshqa suv oqimining harakatiga bog'liq inshootlar holatini baholash uchun suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi o'rtasidagi munosabati haqida to'liq ma'lumotga ega bo'lish kerak. Bu o'zaro munosabat suv oqimining gidravlik xarakteristikasiga va daryo havzasining fiziko-geografik hususiyatlariga bog'liqdir. O'zanni tashkil etuvchi gruntlar, o'zan tubi nishabligi va suv oqimi sathi nishabligi uchun suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi o'rtasidagi munosabatiga yaqqol ta'sir ko'rsatadi. Bu munosabat haqidagi ma'lumot aniq ko'rinishda birorta texnik qo'llanmada, ma'lumotnomada keltirilmagan. Faqat ayrim tadqiqotchilarning aniq bir tadqiqot

ob'ektida o'tkazilgan ma'lumotlari bo'lib, ularni Z.D.Kopaliani 1984 yilda bu munosabatlar haqidagi ma'lumot quyidagi jadval ko'rinishida umumlashtirilgan:

Suv oqimi tarkibidagi nanoslarning umumiy miqdoriga nisbatan o'zan tubi nanoslari miqdori

Daryolar	Nanoslarning umumiy miqdori	Mualliflar
Tog'dagi daryolari	15-23	S.T. Altunin
Tog' oldi oldi	5-15	
Tekislikdagi	1-3	
Tog'dagi daryolar	10-20	G.V. Lopatin
Tekislikdagi	5-10	
Terekdagi daryo	50	A.A.Troitskiy
Tog'-tog' oldi daryosi	2-40	V.N. SHoloxov
Oltoydagi daryolar	7-40	N.P. Pavlenko
Qirg'iziston tog' daryolari	40-70	V.F. Talmaza A.N. Kroshkin
Alp tog' daryosi	67-70	A. Shoklich
Inn daryosi	31	L. Mgoigofsr
Kolorado daryosi	20	S. Forte
Volga, Don daryolari	1-2.5	B.V. Polyakov. B.A. Apollov

Ushbu jadvalni tahlil qilganimizda, suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi o'rtasidagi munosabati tog'dagi daryolar uchun 10-70%, tog' oldi daryolari uchun 2-5% dan 15-20% gacha; tekisliklarda oqadigan daryolar uchun 1-10% gacha o'zgarishini ko'rishimiz mumkin. Demak, suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi o'rtasidagi munosabati barcha daryolar uchun juda katta kenglikda o'zgarar ekan.

Bu muammoning analitik yechim hozirgacha olinmagan. Buning asosiy sababi sifatida suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan nanoslarning daryoning suvi to'planadigan irmoqlarida paydo bo'lib, daryodagi suv oqimining gidravlik xarakteristikasiga bog'liq emasligini ko'rsatish mumkin.

Suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o'zan tubi nanoslarining sarfi o'rtasidagi munosabatini hisoblash usullaridan biri bilan tanishamiz. Bunda tekis oqim bilan chegaralanib, o'zan tubi nanoslari tizimi fazasida harakatlanmoqda va suv oqimining bir metr kengligida nanoslar sarfi quyidagiga teng deb qabul qilamiz:

$$q_s = \alpha \Delta = (0.6-0.7) \Delta$$

Bunda o'zan tubi nanoslari tizimining ko'chish tezligi quyidagi formula ko'rinishida aniqlanadi $v = v \cdot Fr^{1.5}; Fr = \frac{v^2}{gh}$ Bunda Frud soni. Muallaqlashgan nanoslar sarfini aniqlash uchun suv oqimining loyqalanganligi- (s) o'lchanib, quyidagi formuladan foydalaniladi: $q_s = S \cdot q$, q -suv oqimining solishtirma sarfi. O'zan tubi nanoslarining sarfini muallaqlashgan nanoslar sarfiga nisbati quyidagicha qo'rinishda bo'ladi:

$$\frac{q_s}{q_s} = \frac{\alpha \Delta}{S \cdot q} = \frac{\alpha \Delta \cdot v \cdot Fr^{1.5}}{S \cdot q} = \frac{\alpha \Delta \cdot v \cdot Fr^{1.5}}{S \cdot h \cdot v} = \frac{\alpha \Delta \cdot Fr^{1.5}}{S \cdot h}$$

Dala natijalari tahlili, $\frac{\Delta}{h} = 0.1 \div 0.25$ oraliqda, Frud soni esa $Fr = 0.1 \div 1.5$ oraliqda o'zgarishi tasdiqlangan. Bu natijalarga oqim tarkibidagi muallaqlashgan nanoslar sarfi aniqlanadi va nihoyat o'zan tubi nanoslari va muallaqlashgan nanoslar sarfi nisbatini hisoblash mumkin.

1.21. Daryoning qayir sohasining suv oqimi nanoslarni tashishiga ta'siri

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, suvning va nanoslarning daryo o'zaniga kirib kelishi fazalari bir-biriga mos kelmaydi. Shu sababli ularning daryo o'zaniga kirib kelishi daryoda harakatlanayotgan suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatiga mos kelmaydi va shuning uchun daryo o'zanida kechadigan nanoslar transporti, cho'kishi, o'zan va qayirni yuvilishi va loyqa bosishi jarayonlarini o'zi boshqaradi. Daryoning qayir sohasi asosan suv toshqini davrida katta hajmdagi suv sarfini o'tkazish uchun xizmat qiladi. Qayir deganda asosan suv toshqini davrida daryo qirg'og'lariga yaqin

bo'lgan daryoda suv toshkini bo'lganda suv bosadigan o'tloq yerlar tushuniladi. Qo'llanmaning keyingi boblarida uning shakllanishi va xususiyatlari bilan batafsil tanishamiz. Biz ushbu mavzuda o'zan va qayir oqimlari o'zaro ta'sirida amalga oshadigan nanoslar transportiga qayirning ta'sirini o'rganamiz.

Bizga gidrotexnika amaliyotidan ma'lumki, o'zandagi jarayonlarining turli ko'rinishlarida o'zan tubining davriy ravishda ko'tarilishi va tushishi kuzatiladi. Bu qayir va qayirli massivlarda, daryoning sayoz uchustkalarida va o'zanni voha bo'ylab ko'chishida keskin namoyon bo'ladi. Bunda suv oqimining daryo o'zanida oqim bo'ylab uzunlik bo'yicha tashuvchanlik qobiliyatini kattaligi aniqlanmasdan qolayotganligi mutaxasislarga ma'lum. Mejen (Markaziy Osiyo daryolari uchun oktyabr-fevral) davrida suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati kichik qiymatga ega bo'ladi. Bu davrda havzadan daryo o'zaniga nanoslar oqib kelmaydi, oqim o'zanning sayoz sog'asi va boshqa uyumlarni va o'zan qirg'og'ini yuvib, o'z tarkibidagi nanoslar sonini tashuvchanlik qobiliyatiga moslashtiradi, ya'ni oqim nanoslar bilan o'zandagi mahsulotlar bilan to'yinadi.

Suv sathi yuqori bo'lgan ya'ni suv toshqini davrida o'zan bilan suv oqimi o'zaro murakkab munosabatda bo'ladi. Bu murakkab munosabat **«o'zanni shakllantiruvchi sarf»** degan tushunchaga bog'lanadi. Ushbu masala bilan juda ko'p tadqiqotchilar shug'ullangan bo'lib, bu masalaga mantiqiy asoslangan oydinlik kiritilmagan. Bu muammoni tahliliga batafsil to'xtalmasdan, shuni e'tirof etish mumkinki suv oqimining barcha sarf qiymatlari o'zanni shakllantirishi mumkin. Faqat suv sarfining oqim o'rtacha tezligi kritik qiymatdan kichik bo'lmagan holatdagi qiymatlari bo'lishi kerak. O'zanning shakllanishi asosan suv sathining yuqori, ya'ni suv toshqini davriga mos keladi. Bundan tashqari, o'zanni shakllantiruvchi sarfga bog'liq bo'lmagan nanoslarni qayir va o'zanlarda cho'kishi va yuvilishi, transporti masalasi etarli darajada o'rganilmagan. O'zandagi jarayonlar gidromorfologik nazariyasi, tavsiflash harakteriga ega bo'lib, jarayonni hisoblash uchun birorta aniq gidromexanika yoki texnik gidrodinamika qonunlariga asoslangan gidravlik bog'liqliklari olinmagan. O'zandagi jarayonlar nazariyasi gidravlik nuqtai nazaridan asoslanishi kerakligi e'tirof etilgan bo'lsada, oqimning gidravlik

strukturasiga mos deformatsion jarayonlar qonuniyatini asoslanmaganligi, turbulentslik nazariyasini nazariy asosi pastligi, bu yo'nalishdagi tadqiqotlarning rivojlanishiga to'sqinlik qilmoqda. Shuningdek aynan bir metod asosida gidrometrik o'lchovlar natijasida darla va laboratoriya sharoitlarida eksperimentlar o'tkazib, o'zanning turli uchastkalarida o'zunlik buylab oqim tashuvchanligi, nanoslar sarfi, deformatsiya ko'lamlari, qirg'oq, qayir, tub o'zgarishlari, sarf o'zgarishi haqida ma'lumotlar bazasi yaratilishi kerak. Lekin, shunga qaramasdan, GGI ilmiy tadqiqot institutida N.E.Kondratev boshchiligida keng ko'lamli tadqiqotlar olib borilgan.

So'ngi yillarda olib borilgan deformatsiyalanuvchi va deformatsiyalanmaydigan o'zan tublarida eksperimental tadqiqotlar natijalari o'zan oqimlari qayir oqimlarini $\alpha = \frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}$ burchak ostida kesib o'tganda o'lchamlari suv chuqurligi va sarf nisbatlariga bog'liq suv aylanma sohasi, $\left(\alpha \geq \frac{\pi}{2}\right)$ paydo bo'lishi aniqlangan. Suv aylanma sohasi nanoslarni shu joyda chukishiga va daryoning sayoz sohasi paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Uzoq daom etadigan suv toshqini davrida va $\left(\alpha \geq \frac{\pi}{2}\right)$ bo'lganda o'zan nanoslar bilan to'lib, ular qayirga ham kirib borishi mumkin. Erkin meandralanish ko'rinishidagi o'zandagi jarayonlarda qayirning keng joylarini almashinuvi ro'y beradi. Ular orasida esa o'zandagi suv oqimi qayir oqimi bilan ma'lum burchak ostida kesishadi $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$. Demak, qayir kengliklarinig boshlanish qismida nanoslar cho'kishi ro'y bera boshlaydi. Qayir boshlang'ich uchastkasi balandligi belgisi pastki soha balandlik belgisidan kichiqroq bo'ladi. Bu yig'ilgan nanoslar suv toshgan vaqt davomida butun qayr chuqurligi bo'ylab taqsimlanib ulgurmaydi.

Demak o'zan va qayir oqimlarining o'zaro ta'sirini o'rganilgan hozirgi vaziyati qayirni nanos transportiga ta'sirini quyidagi uch masalasini belgilaydi:

- 1) O'zan va qayr morfometrik tuzilishini unda harakatlanayotgan suv oqimi tashuvchanlik qobiliyatiga ta'siri;
- 2) Daryo qayirining o'zandagi nanoslar transportiga ta'siri;
- 3) O'zandagi va qayirdagi jarayonlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik.

Bu uch masala bilan batafsilroq tanishamiz.

1.22. O‘zan va qayr morfometrik tuzilishini unda harakatlanayotgan suv oqimi tashuvchanlik qobiliyatiga ta’siri

Daryo o‘zani va hususan qayrlarining morfometrik xarakteristikasi daryo va uning hafzasini fizik geografik sharoiti, gidrologik, gidrogeologik sharoitlar va boshqa holatlarga bog‘liq holda sezilarli darajada o‘zgarib turadi. Bunda o‘zan va qayir, qayir kengliklari planda o‘zgarishi va uyumlar o‘lchamlari, suv bosish chuqurliklari balanlik yo‘nalishida o‘zgarib, o‘zan va qayir morfometrik xarakteristikasi o‘zgarishi kuzatiladi. Qayir kengligi bir necha kun va bir necha yuz marotaba oqim bo‘ylab uzunlik bo‘yicha o‘zgaradi va bu holat o‘zandan katta sarf o‘tishi davrida suv oqimining harakati notekislashishiga va o‘zan-qayir oqimlarining o‘zaro almashinuviga sababchi bo‘ladi. Buni albatda o‘zan va qayirdagi deformatsion jarayonlarni hisoblayotganda inobatga olishga to‘g‘ri keladi.

O‘zan va qayir oqimlarining o‘zaro ta’sir jarayoni o‘rganish bo‘yicha tatqiqotlar asosan tubi deformatsiyalanmaydigan lotoklarda o‘tkazilgan. Asosan suv oqimining kvazistatsionar rejida yarim deformatsiyalanuvchi lotoklarda qayir geometrik o‘qining parallel va noparallel holatlari uchun o‘tkazilgan va ularni natijalari tafsilotlarini quyidagi xulosalar ko‘rinishida umumiyashtirish mumkin:

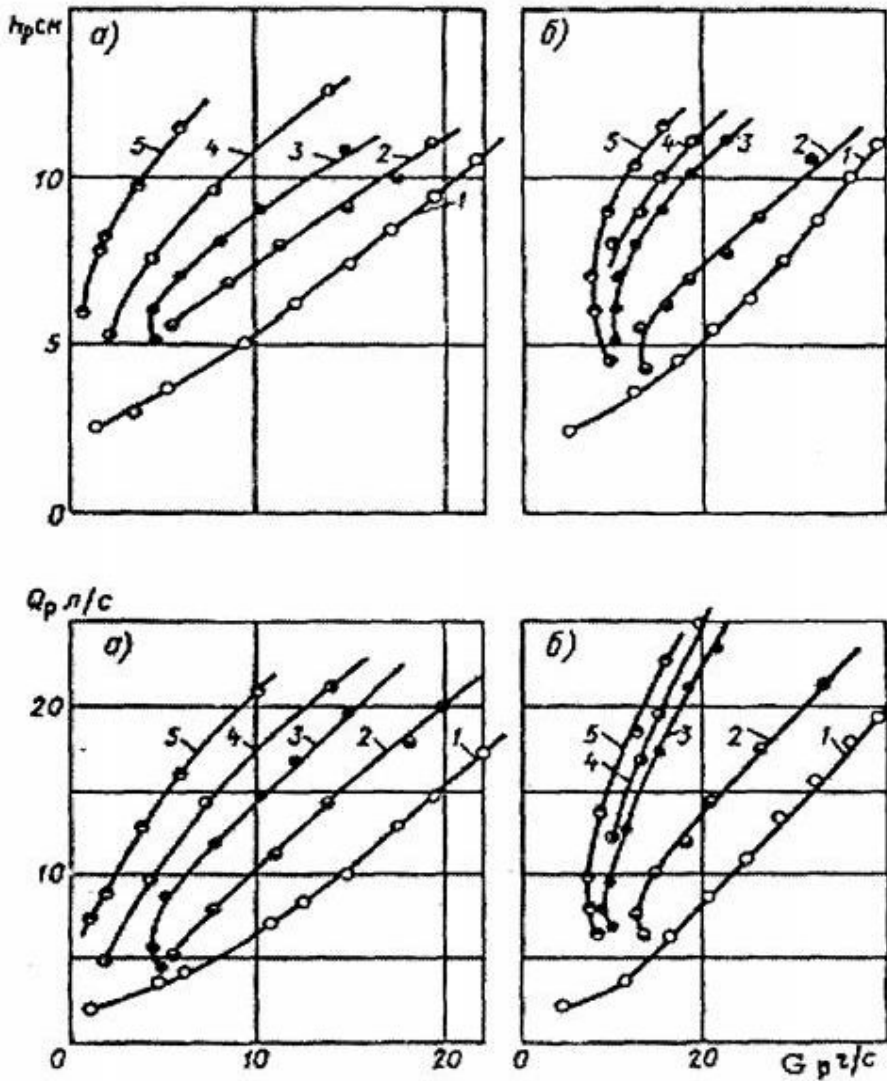
1) O‘zanda haqatlanayotgan nanoslar sarfi bilan oqim safi va chuqurligi o‘rtasida aniq o‘zaro bog‘liqlik mavjud emas;

2) Qayir oqimlari o‘zandagi suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini qayirsiz o‘zandagi vaziyatiga nisbatn ancha sustlashtiradi. Bu sustlashish kattaligi o‘zan va qayir oqimlari tezligi (Δv) farqiga to‘g‘ri proporsionaldir. (quyidagi rasm) Tezliklar farqi o‘zan va qayir chuqurliklari, kengliklari va g‘adir-budirliklari

nisbatlar $\left(\frac{h}{h}; \frac{B}{B}; \frac{n}{n} \right)$ i bilan aniqlanadi: $\Delta v = f \left(\frac{h}{h}; \frac{B}{B}; \frac{n}{n} \right)$

Ekspirimental tatqiqotlar natijalari o‘zan va qayir oqimlari dinamik o‘qlarining kichik qiymatlarida va parallel bo‘lganda oqimning tashuvchanlik qobiliyati qayir oqimining ta’siri natijasida ikki-uch marotaba kamaysa, ular dinamik o‘qlarining katta qiymatlarida nolgacha kamayishi isbotlangan;

3) Mavjud bog‘liqliklardan nanoslar sarfining o‘zanda harakatlanayotgan oqim tezligiga bog‘liqligi eng turg‘un hisoblanadi. Qayir oqimlar mavjud bo‘lganda bu bog‘liqlik boshlang‘ich bog‘liqlikka nisbatan 20-25%ni tashkil etadi. Buni qayir oqimlari ta’siri natijasida o‘zan oqimi tezliklari maydonining o‘z shaklini o‘zgartirishi, o‘zan tubi nanoslari tezligini o‘zgarishi kabi omillar ta’siri bilan izohlash mumkin.



Rasm 1. Nanoslar sarfining o‘zan morfometriyasiga bog‘liqligi grafigi:

$G = f(h, \Delta, l); G = f(Q, \Delta, l)$ a) $I=3\%$; $I=9\%$: 1- alohida vaziyatdagi o‘zan; 2-5 turli g‘adir-budurliklar ($\Delta = 0.5; 1; 2; 3$) ga ega bo‘lgan o‘zan.

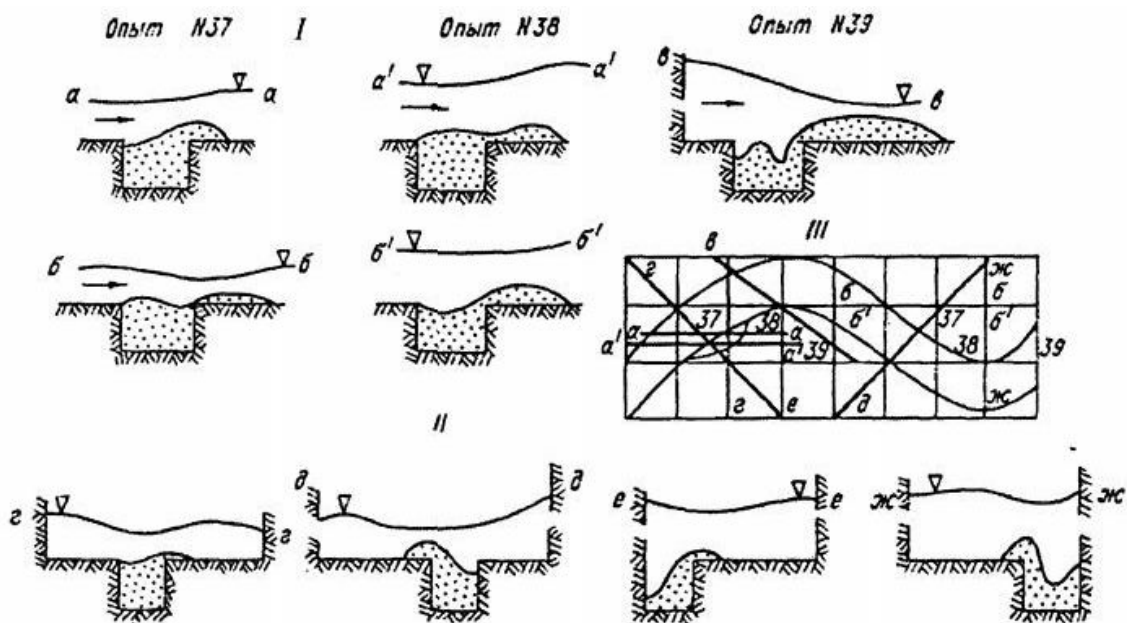
Keltirilgan bu xulosalar asosan o‘zan va qayir oqimlar dinamik o‘qlari parallelligiga olib keluvchi ularning geometrik o‘qlari parallelligi sharoitida o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalariga asosan olingan. Lekin tabiatda uchraydigan qayir va o‘zan oqimlari o‘zaro kesishishining 80%i katta burchak ostida amalga oshadi. Bu holatda kesishish burchagining o‘zan va oqimning tezligiga keskin oshadi. $\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo‘lganda esa, oqim o‘rtacha tezligi nolgacha kamayadi. $\alpha > \frac{\pi}{2}$ shart

bajarilganda o'zanda teskari oqim mavjud bo'lishi Soj daryosida GGI dala ekspeditsiyasi o'tkazgan tadqiqotlarda tasdiqlangan.

Eksperimental tadqiqotlari natijasi o'zanda harakatlanayotgan oqim tarkibidagi nanoslar sarfi quyidagi ko'rinishga ega bo'lgan formula yordamida aniqlanishi mumkinligi tasdiqlangan: $g_s = \beta \left(\frac{v}{v} \right)^m$ β -oqim o'rtacha tezligiga bog'liq bo'lmagan parametr. Bundan xulosa qilish mumkinki, o'zanning o'zida harakatlanayotgan suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati, $\alpha \geq \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, $v < v$ shart bajarilganligi sababli, nolgacha kamayadi. Bunda daryo o'zani nanoslardan to'lib, nanoslar qayirga ham cho'ka boshlaydi.

O'zan va qayir oqimlar dinamik o'qlari noparallelligiga olib keluvchi ularning geometrik o'qlari noparalleli sharoitida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar juda kam bo'lib, ko'pgina mualliflar daryoning bitta va ikkita qayrilish sohasini o'zandagi jarayonning chegaralangan yoki erkin meandralanish sohasini modellashtirishgan.

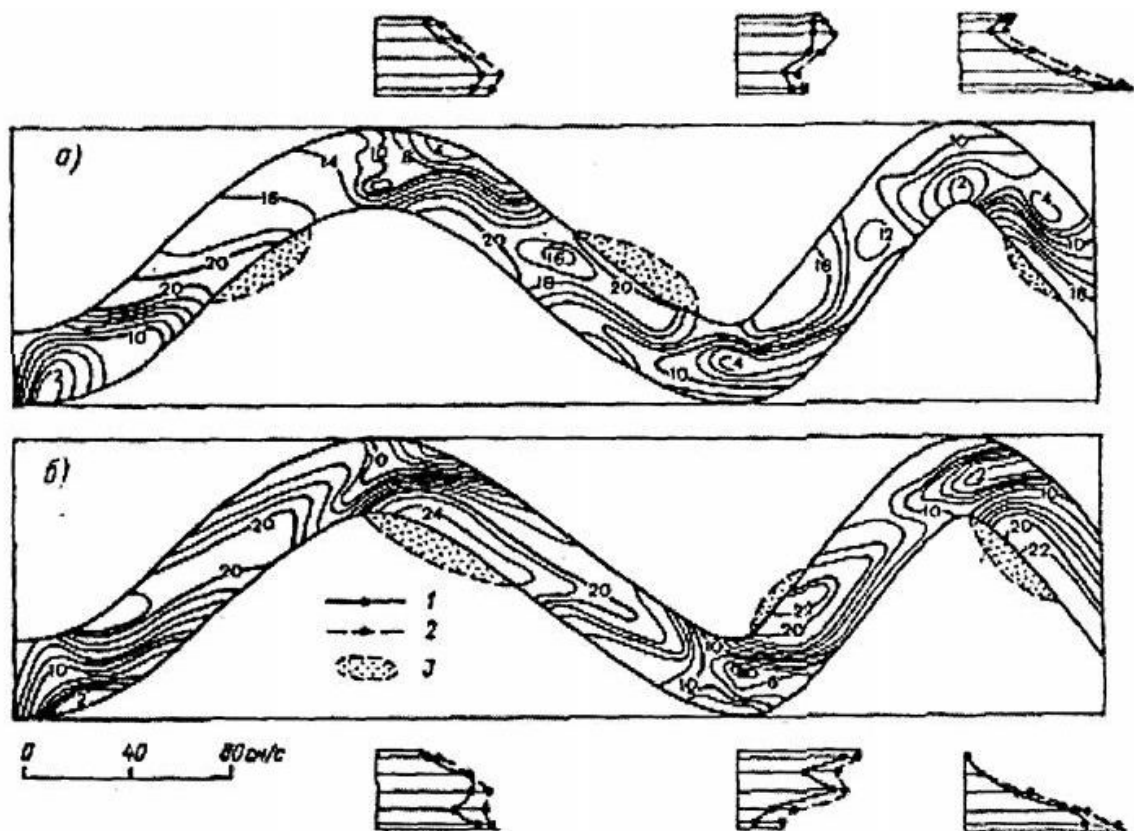
Shulardan biri N.S.Znamenskaya tomonidan o'tkazilgan laboratoriya tadqiqotida deformatsiyalanuvchi o'zanli yuvilmas qayirli model qo'llanilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi, qayir oqimining o'zandagi nanoslar sarfiga ta'sirini o'rganish bo'lgan. Modelda quyidagi rasmda keltirilgandek, doimiy kenglikdagi o'zan poyma bo'ylab meandralangan.



Rasm1. O‘zan tubi nanoslarining qayirga chiqish joylaridagi suv sathining buylama(I), ko‘ndalang (II) nishabliklari va o‘lchash kesimlarining joylashish sxemasi (III). Tajribaga ta‘luqli qumlar chegarasi arab raqamlari bilan belgilangan.

O‘zan va qayir oqimlari dinamik o‘qlari o‘rtasidagi burchak 40° - 60° ni tashkil qilganda o‘zanda harakatlanayotgan suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati keskin kamayganligi ko‘rsatgan. Tajribada nanoslar sarfi va ularning o‘zan bo‘ylab uzunlik buyicha o‘zgarishi o‘lchanmagan, lekin rasmdan ko‘rinib turibdiki, o‘qlar o‘rtasidagi burchak kattalashishiga nanoslarning cho‘kishi miqdori oshishi mos kelmoqda. Bu o‘z navbatida oqimning tashuvchanlik qobiliyatini kamayganligini ko‘rsatadi. Qayir ko‘proq suv oqimi bilan to‘lib oqqanda qayirga nanoslar qayir oqimi dinamik o‘qi yo‘nalishida kirib kelib uni to‘ldira boshlagan.

Bu masalani o‘rganish bqyicha xuddi shunday modelda V.G.Salikov ham taqiqotlar o‘tkazgan. O‘z tajribasiga asoslanib, V.G.Salikov oqim qayirga oshib kiringanda sayoz sohalarning qirralari oshishini va qirg‘oqlarinig yuvilgan joylarini nanoslar bilan to‘lib borishini ko‘satib o‘tgan.



rasm 1...O‘zan qayirida qum uyumlari mavjud bo‘lganda o‘zan tubining shakllanishi. a) $Q=54$ l/s; b) $Q=42,5$ l/s; 1 va 2-mos ravishda o‘zanning burimida uning kengligi bo‘ylab o‘rtacha va maksimal tezliklarning taqsimlanishi; 3- nanoslarning daryo qayiriga oqib chiqishi, gorizontallar har 2 smdan o‘tkazilgan.

Daryo qayiri ko‘milish va burilishlarining egriligi darajasi o‘zandagi jarayonlarning jadalligini belgilab beradi.

Rossiya Davlat Hidrometeriologiya instituti laboratoriyalarida N.B.Barishnikov boshchiligida o‘zan va qayir oqimlarining suv oqimi tashuvchanlik qobiliyatiga ta‘sirini tadqiqot qilish bo‘yicha ishlar olib borilgan.

Umumiy uzunligi 11m, kengligi 2.5 m va nishabligi 1% bo‘lgan o‘zan maydonchasida 30 sm kenglikdagi o‘zan tayyorlanib, kengligi 2.1 m. Bo‘lganbir tomonlama qayir olingan. O‘zan va qayir devorlari shishadan tayyorlanib, eksperiment davomida har safar sath bir santimetrga oshirilgan. Dastlab O‘zan va qayir bir biridan chegaralanib, o‘zandagi oqim sarfi va nanoslar sarfi o‘lchangan.

Keyin chegara devor olib tashlangan va gidrometrik o'lchovlar har ikkala oqimning o'zaro ta'siridagi harakatda qaytarilgan. O'lchov ishlari to'rt bosqichda olib borilgan:

1. Birinchi bosqichda o'zan va qayir oqimlari bir biridan chegaralangan. Oqim va o'zan parametrlari modelning o'rta qismida joylashgan kesimda o'tkazilgan. Suv sarfini o'lchashning nazorati suv o'tkazgich yordamida butun eksperiment davomida olib borilgan. O'lchashda yo'l quyiladigan xatolar 5%dan oshmagan;

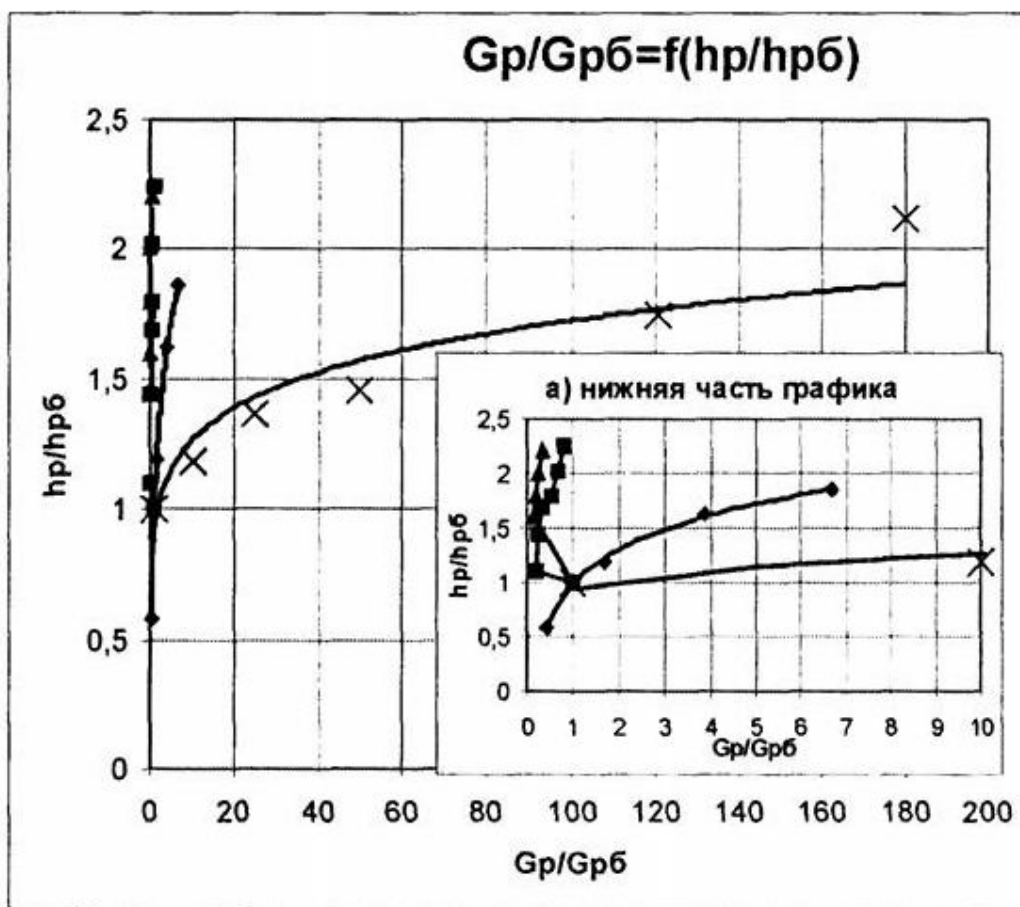
2. O'zan va qayir oqimlari geometrik va o'z navbatida dinamik o'qlari paralelligi ta'minlangan sharoitda;

3. O'zan va qayir oqimlari geometrik va o'z navbatida dinamik o'qlari 20° burchak ostida yaqinlashib kesishganda;

4. O'zan va qayir oqimlari geometrik va o'z navbatida dinamik o'qlari 20° burchak ostida uzoqlashganda;

Eksperiment davomida o'zan va qayir oqimlari chuqurliklari, sarflari, suv sathlari nishabliklari, tezliklari va har ikkala sohadagi nanoslar sarfi o'lchangan.

Dastlabki ikki bosqichda bu parametrlar faqatgina modelning o'rtasida joylashgan kesimda o'lchangan bo'lsa, keyingi ikki bosqichda o'lchov ishlari modelning kirish stvoridan 2;4;6 metr masofada joylashgan uchta gidrostvorda olib borilgan. Barcha eksperiment natijotlar suv oqimining tekis harakatga yaqin rejimida olib borilib, o'lchov natijalari tahlili natijasida $G = f(h)$; $G = f(v)$ bog'liqliklar olingan.



SHartli belgilar

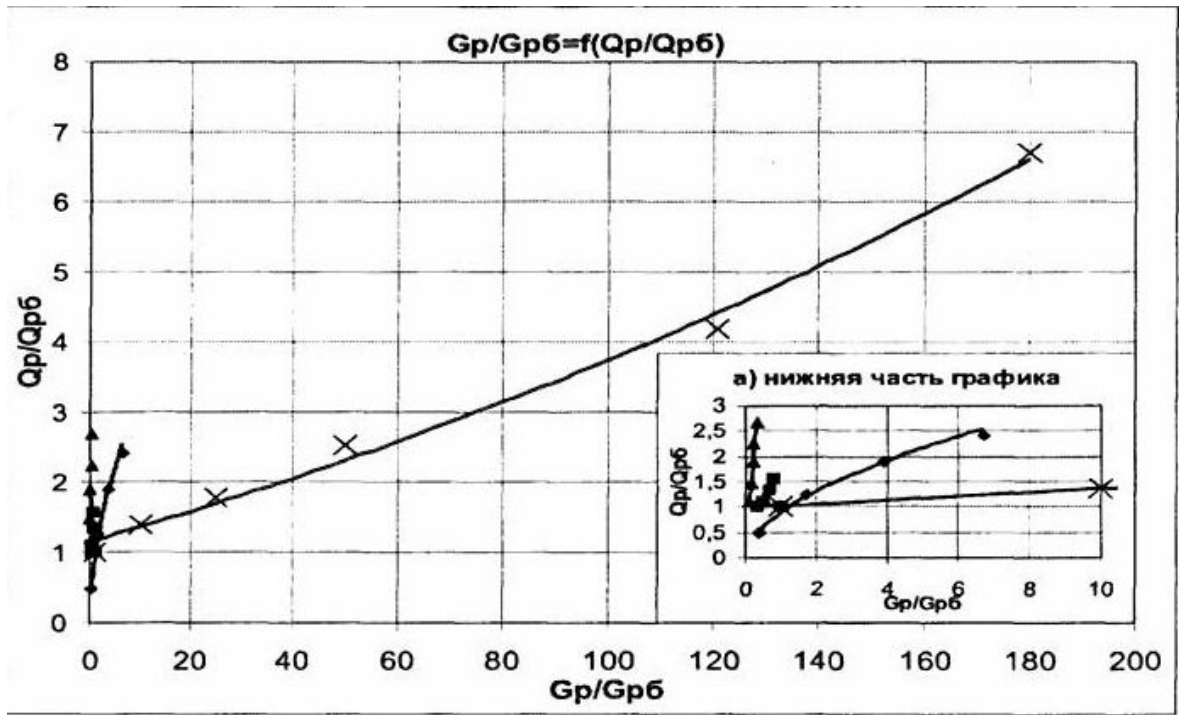
Belgi Tajriba sharoiti

- ◆ O‘zan va qayir oqimlari bir biridan chegaralangan.
- O‘zan va qayir oqimlari bir biri bilan paralell
- ▲ O‘zan va qayir oqimlari bir biriga 20^0 burchak ostida yaqinlashib kesishgan
- × O‘zan va qayir oqimlari bir biridan 20^0 burchak ostida uzoqlashgan

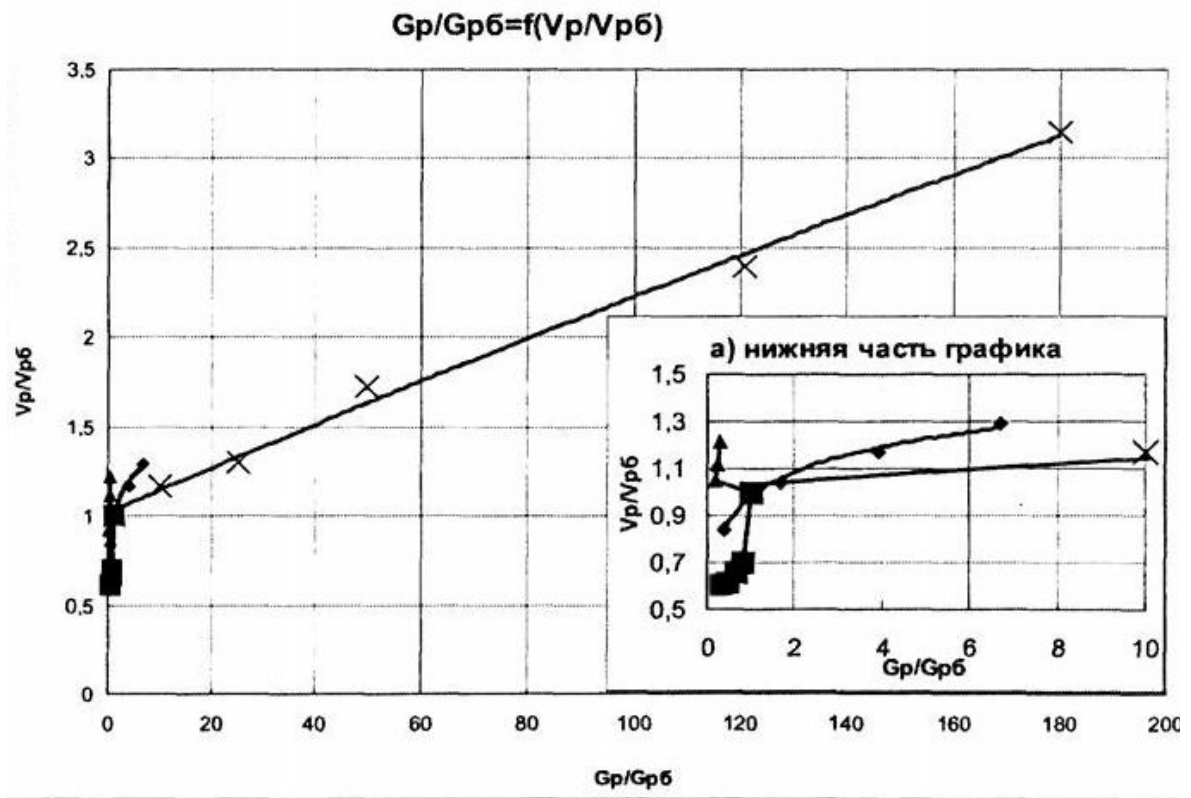
Rasm 1.... $\frac{G}{G_k} = f\left(\frac{h}{h_k}\right)$ bog‘liqlik grafigi; 1-O‘zan va qayir oqimlari bir

biridan chegaralangan; 2-o‘zandagi oqim qayir oqimlari bilan o‘zar ta’sirda; 3- O‘zan

va qayir oqimlari bir biriga 20° burchak ostida yaqinlashib kesishgan; 4- O‘zan va qayir oqimlari bir biriga 20° burchak ostida yaqinlashib kesishgan.



Rasm1..... $\frac{G}{G} = f\left(\frac{Q}{Q_k}\right)$ bog‘liqlik grafigi



Rasm1..... $\frac{G}{G} = f\left(\frac{v}{v_k}\right)$ bog'liqlik grafigi

Tadqiqot natijalari birinchi ikki bosqichida o'zan qayirdan chegaralanganda har uchala bog'liqliklar aniq ifodalanganligini, ikkala oqim birgalikda harakatlenganda tezlik va nanoslar sarfi kamayganligini ko'rsatgan. Nanos sarfining qayir oqimlar ta'sirida kamayishi 1-2 barobar bo'lgan. Bu kamayish darajasi o'zan g'adirbudurligi, o'zan morfometriyasi, o'zan va qayir oqimlari chegarasidagi tezlik gradienti, oqim chuqurligi va yana bir necha omillarga bog'liq bo'lgan. Uchunchi bosqichda suv sathi nishabligi keskin kamayishi kuzatilgan. Oqim tezligi sezilarli darajada kamayib, nanoslar sarfini kamayishi kuzatilgan. $G = f(h); G = f(Q); G = f(v)$ bog'liqliklar o'zan oqimining bog'liqliklari egriligiga nisbatan chapga, ya'ni kamayish tomonga qiyalangan.

Tadqiqotlarning to'rtinchi bosqichida yanada qiziqroq manzara kuzatilgan. Suv sathi nishabligi keskin oshib, suv oqimining tezligi va tashuvchanlik qobiliyati keskin oshgan. Eksperimental qurilmaga sarf doimiy miqdorda uzatilganligi sababli,

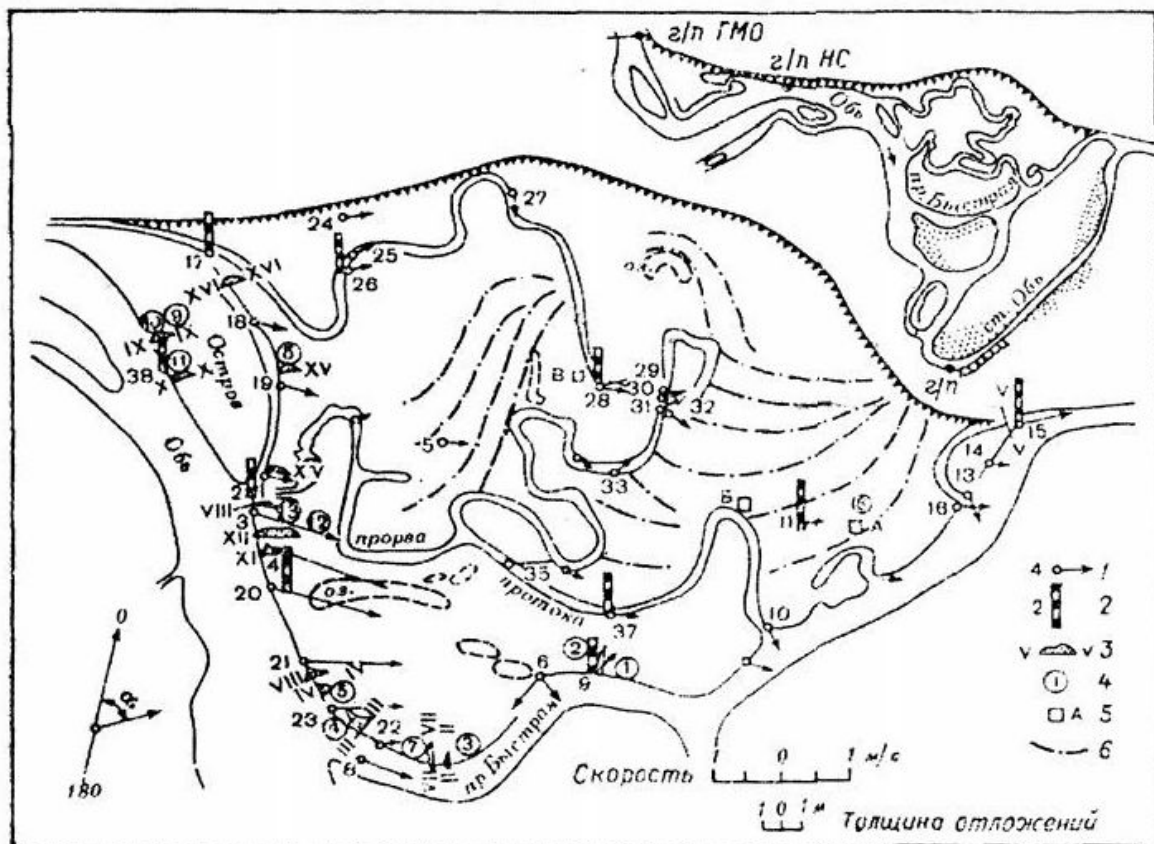
u o‘zan uzunligi bo‘ylab kamaygan, chunki ma‘lum qismi qayirga oqib chiqqan. Bu vaziyat 3 kesimda suv oqimi tezligini kamaytirgan, shunga mos ravishda oqimning tashuvchanlik qobiliyati ham kamaygan. Buning natijasida o‘zan tubi sayozlashib, o‘zan tubi nanoslarining umumiy nanoslardan qariyb 50% miqdori qayirga oqib chiqishi va ularning ma‘lum bir qismi cho‘kishi kuzatilgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar o‘zanning sayoz sohasi nafaqat qayir oqimlari o‘zan oqimlariga kelib qo‘shilganda, balki o‘zan oqimlarining qayirga oqib chiqqan sohaslarida ham paydo bo‘lishini ko‘rsatdi. Tadqiqotlar natijasida olingan grafiklardan ko‘rinib turibdiki, o‘zan va qayir oqimlarining o‘zaro ta‘siri turli ko‘rinishlarida, o‘zan oqimining tezligini o‘zgarimas qiymatlarida o‘zan tubi nanoslari sarfi keng diapozonlarda o‘zgaradi.

$G = \alpha \left(\frac{v}{v} \right)^m$; $m = 3 \div 4$; O‘zan tubi nanoslari sarfining bunday o‘zagarishini oqim bo‘ylab va vertikal bo‘yicha tezlik va kritik tezlik nisbatlari o‘zgarishiga tezlik epyurasining qayta shakllanishi ta‘siri bilan tushuntirish mumkin.

Albatta, bu yo‘nalishda yetarli darajada dala tadqiqotlari va laboratoriya tadqiqotlari o‘tkazilishi maqsadga muvofiqdir.

GGI dala ekspidetsiyasi tomonidan sobiq ittifoqning xududidan oqib o‘tadigan bir necha daryolarda o‘zan va qayir oqimlari o‘zaro ta‘sirini o‘rganish, o‘zandagi jarayonlarni o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazilib borilgan. Shu o‘rinda ta‘kidlash lozimki, Sobiq ittifoq xududida turli fizik geografik, grunt, gidrologik, gidravlik, ta‘minot rejimga ega bo‘lgan daryolaro‘zanlaridagi jarayonlarni o‘rganish uchun 27 ta maxsus kuzatuv observatoriyalari mavjud bo‘lgan. Hozirgi davrda bularning ko‘chiligi turli sabablar bilan o‘z faoliyatini to‘xtatganligini faqat afsus bilan e‘tirof etish mumkin. Bu tadqiqotlar daryolarning suv bilan ta‘minlanganligi turlicha bo‘lgan davrlarda o‘tkazilgan. Suv oqimining tranzit qismi qayirdan umumiy sarfni 50% katta bo‘lgan miqdorida, suv sathining katta qiymatlarida kuzatilgan bo‘lib, asosan bu davrda o‘zan tubi nanoslarining qayirga oqib kelishi kuzatilgan. Bu holat daryoning sayoz sohasida har ikkala o‘zan va qayir oqimlarining o‘zaro katta burchak ostida kesishgan joylarida kuzatilgan. Bu fikrlarni Z.M.Velikanova va

N.A.Yarniyning Ob daryosining Barnaul shahri yaqinidagi qayir massivida o'tkazilgan tadqiqotlari natijalari bilan tasdiqlanadi.



Rasm 1.1.Ob daryosining Rossiya Federatsiyasi Barnaul shahri yaqinidagi sxemasi va qayir massivi sxemasi. 1-suv toshqini eng rivojlangan davrdagi suv oqimining sathdagi tezligi vektorlari; 2-suv sarfini o'lash postlari; 3-qayirda nanoslar cho'kadigan profillar; 4-qirg'oqdagi uyumlar; 5-poligonlar chegarasi; 6-qig'oqdagi uyumlar.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, qayir massivining yuqori qismida 1.5 metr qalinlikda o'zan tubi nanoslari cho'kkan. Ular tashqi konus shaklida bo'lib, uzunligi 150-200 metrgacha etgan.

Demak, dala kuzatuv tadqiqot natijalari laboratoriya tadqiqotlari natijalarini amaliyot uchun yetarli darajada tasdiqlamoqda.

II bob. Daryolar o‘zanlari va qayirlaridagi jarayonlar. O‘zandagi jarayonlarni tiplarga-ko‘rinishlarga ajratish

2.1. O‘zandagi jarayonlar nazariyasini ishlab chiqishga gidromorfologik va gidrodinamik yondashish

O‘zandagi jarayonni oldindan bilish, uning yo‘nalishi, o‘lchami va davom etish jarayoni holati haqida ma’lumotlar bazasi mavjud bo‘lgandagina gidrotexnika amaliyotida juda ko‘p muammolarning to‘g‘ri yechimini topish imkoniyati tug‘iladi. Shu fikrlarimizga asoslanib, suv sathini o‘zgarishini, o‘zan qirg‘oqlari kengligi va tubini balandlik belgisini o‘zgarishini aniqlash, daryo o‘zanini planda o‘zgarishini oldindan bashorat qilish, GTI PB o‘zanlaridagi deformatsion jarayonlarni oldindan bashorat qilish usullarini o‘rganish, yaratish, mavjudlarini takomillashtirish asosiy masala hisoblanadi.

Bu tadbirlar asosan, daryodan to‘g‘onsiz suv olishni ta’minlashda (masalan, Amudaryodan Qarshi Magistral yoki Buxoro Mashina kanallari tug‘onsiz suv olish), suv omborlari YuB va PBlaridagi deformatsion jarayonlarni oldindan bashorat qilish, daryolar o‘zanlarida elektr, gaz, neft tarmoqlarini o‘tkazish, kemalarni suzishini ta’minlashda keng miqyosda o‘rganiladi.

O‘zandagi jarayonlarni o‘rganish usullari-metodlari shartli ravishda ikki guruhga bo‘lingan:

- gidromorfologik metodlar;
- gidrodinamik metodlar.

Gidromorfologik metod o‘zandagi jarayonlar nazariyasiga gidromorfologik yondashishga asoslangan. Bu usulda o‘zanni tashkil etuvchi gruntlar hossalari bilan uning morfometrik xarakteristikasi va oqimning gidravlik xarakteristikalari o‘rtasidagi korelyasion bog‘likliklar keng qo‘llaniladi. Bu ma’lumotlar va bog‘likliklar GTI loyihalashtirilayotgan daryo o‘zani sohasining qismida, o‘zandagi jarayonning ko‘rinishiga qarab o‘tkaziladigan dala tadqiqotlari asosida olinib, o‘rganiladi. Gidrodinamik metodlar esa o‘zandagi jarayonlarni va oqim xarakatini tasvirlovchi gidrodinamikaning asosiy differensial tenglamalari sistemasini ma’lum cheklanishlar qabul qilib va emperik formulalar yordamida yechiladigan qulay ko‘rinishga keltirib, ularni hisoblashga asoslangan. Nazariy asoslanganligi va fizik mohiyatini ifodalash nuqtai nazaridan, albatta, gidrodinamik metod sezilarli ustunlikka ega. Lekin, shunga qaramasdan bu metod o‘zandagi jarayonlarni muayan ob’ekti xos xususiyatlarini, o‘zan va daryoning suv bosadigan qirg‘oq sohasi poymalarni morfologik tuzilishlarini inobatga olishda ancha muammolarni keltirib chiqarishi bilan xarakterlanadi.

Aynan, gidromorfologik metod mana shu jihatlarini inobatga olishi bilan gidrodinamik metodga nisbatan ma'lum ustunlikga ega. Bu metodlarni bir biriga qarshi qo'yishi, maqsadga muvofiq emas, balki, ularni birgalikda qo'llashgina olinadigan natijalarni aniqlashtirish mumkin, chunki ular bir-birini to'ldiradi. Kelajakda, mana shu ikki metodni umumiyashtiruvchi o'zandagi jarayonlar – deformatsiyalar nazariyasini takomillashgan ko'rinishini yaratish muhim ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Gidrodinamik metodda jarayonni to'liq ifodalovchi differensial tenglamalarni qo'llash hozirgi davrdagi barcha texnika, ilmiy fan yutuqlariga qaramasdan, ancha murakkab masala, o'zanning qayta shakllanishiriga ta'sir etuvchi omillarni ko'pligi bu yechimni aniqlashga nafaqat murakkablashtiradi, balki topish imkonini bermasligi mumkin. U masalani oqim tarkibidagi nasoslar miqdori 1,0-1,5 % miqdorda bo'lishi va nasoslar va suv o'rtacha tezligi bir biriga teng degan tahmin ancha yengillashtirishi mumkin.

Ta'kidlash lozimki, har ikkala metod ham o'ziga xos kamchilik va ustunliklarga ega. O'zandagi jarayonlar o'rganilayotganda dastlabki bosqichda o'zan tubi nanoslarining qo'zg'alishi, umbaloq oshib harakatlanishi davrini o'rganishda, ya'ni mikroshtakllar harakatida gidrodinamik metod qulay hisoblansa, mezo va makro shakllar darajasida gidromorfologik nazariya asoslarini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Shu bilan birgalikda, gidrodinamik usul qo'llanilganda o'zan va qayir morfologik tuzilishi o'ziga xos tomonlarini inobatga olish qiyin masala hisoblansa, gidromorfologik usulda suv oqimining kinematik strukturasi va gidravlikasini inobatga olinmasligi kuzatiladi.

2.2. O'zandagi jarayonlarini bashorat qilish va hisoblashda qo'llaniladigan differensial tenglamalar sistemasi

Umuman, gidrotexnika amaliyoti deformatsion jarayonlarni hisoblashda va ularni bashorat qilishda matematik (kompyuter) modellashtirish usulidan keng foydalaniladi. Bu jarayonni masalalarini matematik modellashtirishda ***bir o'lchamli, ikki o'lchamli, uch o'lchamli kompyuter modellardan*** keng foydalaniladi. Matematik modellashtirish atamasi o'rniga «Kompyuterda modellashtirish» atamasini kelishining asosiy sababi, bu modellar yordamida nafaqat m'lum bir gidravlik jaryonni biror bir real ob'ekt uchun matematik apparat yordamida hisoblanadi, balki model uchun barcha ma'lumotlar (morfometriya, gidravlika, gidrologiya, gidrometriya) kompyuterda programmalarga ta'minlanish amalga oshirilib, natijalarni ham buyurtmachi loyihachi yoki ekspluatatsiya xizmati uchun qulay ko'rinishda beriladi. Hozirgi davrda o'zandagi jaryonlarni, plandagi va chuqurlik bo'yicha deformatsiyalarni, daryolarni plandagi o'zgarishlarini, gidrologik rejimlarni o'zgarishlarini, nanoslar rejimlarini o'zgarishlarini va gidrotexnik

inshootlarni holatini baholashda yuqori aniqlikdagi o'lchov ishlarini amalga oshiruvchi batimetriya markazlari tashkil qilingan bo'lib, ular juda yuqori sifatli aniq o'lchov ishlarini amalga oshirish qurilmalari bilan ta'minlangan bo'lib, daryo suv omborlari, dengizlar va muhim GTIlar bo'yicha kosmik yo'ldoshlar tomonidan turli davrlarda olingan kosmik xaritalarga egadirlar. Bu ma'lumotlar bazasiga ega markaz O'zbekiston respublikasi Qishloq va suv xo'jaligi Vazirligi tasarrufida faoliyat ko'rsatadi. Bu markaz ma'lumotlar bazasi o'zandagi jarayonlarni kompyuter modellarini yaratishda juda katta yordam beradi. GIS-texnologiyalardan esa topografik kartalarni tuzishda keng foydalaniladi. Bu topografik elektron kartalar o'zanlarni morfometriyasini kompyuterda boshlang'ich materiallarini tayyorlashni osonlashtirib, yuqori aniqlikka erishish imkoniyatini beradi. Bu imkoniyatlar kompyuter modelini hisoblashini aniqlashtirish bilan birga hisob natijalarini kerakli ko'rinishda kompyuter modelni o'zi berishi imkoniyatini yaratadi.

Kompyuter modellarda qo'llaniladigan tenglamalar sistemasi mos ravishda bir, ikki, uch o'lchamda oqimning harakatini ifodalaydi. Kompyuter modellashtirishda hisoblash chegaraviy shartlarni vaqt davomida natura o'zgarishini inobatga olgan holda hisoblashni amalga oshirishga e'tibor qaratiladi. Agar bir o'lchamli kompyuter modellar uchun bu unchalik qiyin masala bo'lmasa, ikki va uch o'lchamli kompyuter modellar uchun bu masala ancha murakkabliklarga ega. Bu murakkablikni Gidrotexnik inshootlarni kompyuter modellarini yaratishda suv oqimining sarfi, sathi va boshqa gidrodinamik karakteristikalarini keskin o'zgarishi bilan izohlash mumkin. Masalan, sathni o'zgarishi ko'milish sohalari o'lchamlarini keskin o'zgarishiga sababchi bo'lishi mumkin. Bu masalada soniy sxemalarni tuzishda ancha noqulayliklar paydo bo'lishini e'tirof etish kerak.

1. Bir o'lchamli kompyuter modellar sifatida suv oqimining harakatini ifodalovchi modelni quyidagi ko'rinishdagi ifodalash mumkin:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(QU + \frac{1}{2} \int_{Y_L}^{Y_R} h^2 dy \right) = gi\omega - \lambda \frac{Q^2}{\omega R} + F \quad (16.1)$$

$$\left. \frac{\partial \omega}{\partial t} \right|_{z_b = const} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (16.2)$$

$$\frac{\partial \omega S}{\partial t} + \frac{\partial QS}{\partial x} = -K(S - S_H) \quad (16.3)$$

$$\left(1 - p \frac{\partial \omega}{\partial t} \right) \Big|_{z=const} = -K(S - S_H) \quad (16.4)$$

bunda, Q - o'zanda harakatlanayotgan ikki faza (suv + qattiq jism zarrachalari - nanoslar) oqimning sarfi; t - vaqt; $U=Q/l$ - oqimning o'rtacha tezligi; l - oqimning harakatdagi kesim yuzasi; g - erkin tushish tezlanishi; Y_L, Y_R - mos ravishda o'zan chap va o'ng qirg'oqlarining suv oqimi bilan tutashgan chizig'i koordinatalari; $h = z - z_b$ - oqim chuqurligi; z - suv sathi balandligi belgisi (Y koordinataga bog'liq emas); z_b - o'zan tubi belgisi, $i = \sin \alpha \approx \alpha$ - oqim o'qining gorizontallikka nisbatan qiyaligi (α -ular o'rtasidagi burchak); λ - gidravlik ishqalanish - Darsi koeffitsienti; $R = l / \omega$ - gidravlik radius; ω - ho'llangan perimetr; F - o'zanning noprizmatikligini hisobga oluvchi zichlikka nisbatan birlik uzunlikka mos keluvchi solishtirma kuch; S - nanos zarrachalarining oqim tarkibidagi hajmiy miqdori; S_H - oqimning tashuvchanlik qobiliyati; K - o'zan tubidagi nanoslar va oqim o'rtasidagi almashinuv jadalligini ko'rsatuvchi koeffitsient; p - grunt g'ovakligi. T - grunt tarkibidagi bo'shliqliklarni shu gruntning tabiiy hajmiga nisbati.

Hozirgi davrda bunday modellarning bir necha ko'rinishlari mavjud bo'lib, ushbu bir o'lchamli matematik model qo'llanmaning mualliflaridan biri D.R.Bazarov tomonidan yaratilib, undan suv oqimining loyqalik darajasi yuqori bo'lgan to'yingan suv oqimi harakatlanayotgan Amudaryo daryosining o'zan sohalarida deformatsion jarayonlarni bashorat qilishda foydalanilgan. Dastlabki ikki (16.1 va 16.2) tenglama ixtiyoriy shaklga ega o'zanlar (daryo)da harakatlanayotgan oqim impulsi va massasining saqlanishini ifodalovchi - beqaror harakat Sen-Venan differensial tenglamalarining soddalashtirilgan xususiy ko'rinishidir. Keyingi (16.3 va 16.4) o'zanning deformatsiyasini ifodalovchi tenglamalar bo'lib, boshqa turdosh tenglamalardan keskin farq qiladi. Bu tenglamalarda S oqimning tashuvchanlik qobiliyati emas, balki o'zan ko'ndalang kesimi bo'yicha real loyqalanganlikdir. Mana shu vaziyat deformatsion jarayonni hisoblash oqim sarfini o'zgarishi toza suv hisobiga o'zgarganda ham bajarilish imkonini beradi. Bundan tashqari bu modelni qulayligi uni hisoblashda qo'llanilgan original shakldagi usul hisobiga o'zanning noprizmatikligini hisobga olish imkoniyatini mavjudligidir. Bu bir o'lchamli modelni to'liq tuzilishi, hisoblash algoritmi-soniy sxemalari, ishlashi, aniq ob'yektlar hisobi maxsus adabiyotlarda keltirilgan.

2. Ikki o'lchamli kompyuter modellar sifatida suv oqimining harakatani ifodalovchi modelni quydagi ko'rinishdagi ifodalash mumkin:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial t} + \frac{\partial Q_j U_j}{\partial x_j} + gh \frac{\partial z}{\partial x_i} = -\lambda Q_i \frac{|U|}{2h} - gh \frac{\partial z_b}{\partial x_i} \quad (i, j = 1,2) \quad (16.5)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q_i}{\partial x_i} = 0 \quad (16.6)$$

$$(1-p)\frac{\partial z_b}{\partial x_i} + \frac{\partial q_i^{(s)}}{\partial x_i} = 0 \quad (16.7)$$

$$q_i^{(s)} = U_i + hs + D \frac{\partial z_b}{\partial x_i} \quad (16.8)$$

$$D = a_q h s |U| \left(1 - \frac{0,67 \alpha_w a_s |U|}{w(\alpha_b + \alpha_w |U|)/w} \right) \quad (16.9)$$

bunda Q_i – solishtirma suv sarfi vektorlari tashkil etuvchilari; U_i - oqimning chuqurlik bo'yicha o'rtalashtirilgan tezliklari, x_i - o'zanning plandagi koordinatalari; z - oqim sathi balandligi belgisi; z_b - o'zan tubi belgisi; h – chuqurlik; α - gidravlik ishqalanish - Darsi koeffitsienti; a_q, a_s, a_b, a_w – tuzatish koeffitsientlari. Tubda surilib harakatlanayotgan nanoslar uchun: $a_q \approx 3,3$, $a_s \approx 0$, $a_w \approx 0,01$, $a_b \approx 0,24$. Oqim tarkibidagi muallaqlashgan nanoslar uchun: $a_q \approx 3,3$, $a_s \approx 1,49$, $a_w \approx 0,04$, $a_b \approx 0,24$; $q_i^{(s)}$ - nanoslarning solishtirma sarfi, p - o'zan o'tadigan grunt g'ovakligi; D - oqimning diffuziyasini xarakterlovchi koeffitsient.

Ushbu ikki o'lchamli kopyuter modelning asosini Sen-Venan tenglamalari sistemasi tashkil qilib, unda prof. D.R.Bazarov va prof. A.N.Militeyevlar tomonidan taklif etilgan nazariy sxema yordamida deformatsion jarayonlarni ifodalovchi formulalar nazariy asoslanib, test va eksperiment natijalari asosida isbotlangan maxsus eksperimental ifodalardan foydalanilgan. Bu model yordamida Amudaryodan to'g'onsiz suv oluvchi Qarshi magistral kanali yaqinida joylashgan daryoning 5 km uzunligi sohasidagi deformatsion jarayonlarni hisoblashda foydalanilgan. Bu model o'zan qirg'oqlari va tubining deformatsiya (yuvilish va loyqa bosish)lanishini bir vaqtning o'zida hisoblash imkonini berib, oqimning gidrodinamik parametrlarini o'zgarishini yuqoridagi modellarga nisbatan to'liqroq inobatga olish imkoniyatini beradi.

Bu modelning yana bir qulay tomoni uning umumiy ko'rinishida ayrim o'zgartirishlar kiritib, o'zan va qayir oqimlari harakatini ham hisoblash mumkin. O'zan va qayirda turli gidrotexnik inshootlarning qurilishi (ko'priklar, gaz, suv, energiya va boshqa muxandislik inshootlari) da o'zan va qayir oqimlari siqilishi va o'zaro ta'sir bo'lib, o'zandagi jarayonlar ko'rinishi o'zgarishi amalga oshirishini ham hisobga olish mumkin. Bu ikki o'lchamli matematik modellarda suv oqimi ikki qatlam (o'zandagi suv oqimi va uning ustidagi qayir-o'zan suv oqimi)da qabul qilinib, hisoblashlar amalga oshirilishi mumkin. Ushbu model maxsus ilmiy adabiyotlarda batafsil yoritilgan (qarang: Matematicheskaya model dlya rascheta

dvuxmernix (v plane) deformatsiy rusel «Soobsheniya po prikladnoy matematike», Moskva, Iz-vo VS RAN, 1997g., (D.R.Bazarov, A.N.Militeev)

3. Uch o'lchamli kompyuter modellar haqida maxsus adabiyotlarda batafsil ma'lumot beriladi. Ularning qulaylik tomoni ro'y berayotgan jarayonni to'liq namoyon etishida bo'lsada, ular yordamida aniq yechim olish masalasi ancha murakkabdir. Ushbu model maxsus ilmiy adabiyotlarda batafsil yoritilgan (qarang: Trexmernaya matematicheskaya model dvijeniya nanosov v allyuvialnix ruslax. «Soobsheniya po prikladnoy matematike», Moskva, Iz-vo VS RAN, 1997g., (D.R.Bazarov, A.N.Militeev). Bu uch o'lchamli kompyuter model deformatsion jarayonlarni hisoblashda aniq natija berishi bilan birgalikda o'zanning morfometriyasini o'zgarishini ham hisobga olish imkoniyatiga egadir. Lekin, tenglamani naturadagi ob'ektlarga adaptatsiya qilishda ma'lum qiyinchiliklar mavjuddir. Bu differensial tenglamalar sistemasida asos sifatida ikki fizik qonuniyalar olingan. Bular modda va energiyaning saqlanish qonuniyatlaridir. Moddaning saqlanish qonuniyati asosida suv oqimi uchun uning uzluksizlik tenglamasi olingan bo'lsa, nanoslar uchun deformatsiya tenglamasi olingan. Ikkinchi qonuniyat ham suv uchun alohida va nanoslar uchun alohida yozilgan. Bu tenglamalar bitta sistemaga birlashtirilib, butun oqim uchun harakat tenglamasi olingan. Yuqorida keltirilgan tenglamalar sistemasidan ko'rinib turibdiki, o'z tarkibida nanoslarni tashuvchi o'zanda harakatlanuvchi oqimlar harakati toza suvnikidan kam farq qiladi. Shu sababli, tenglamalar sistemasi suv oqimining harakati tenglamasi, uzluksizlik tenglamasi va deformatsiya tenglamasidan iborat. Bundan tashqari tenglamalar sistemasini yechish uchun tenglamalarga kiruvchi parametrlarni aniqlash uchun turli empirik xarakterdagi formulalar ham kiritilgan. Bu formulalar, yetarli nazariy asoslar bo'lmagan holatlarda, hisoblanayotgan ob'ektning fizik-geografik sharoitlari o'zan morfometriyasi va oqim gidravlik parametrlaridan kelib chiqqan holda o'tkazilgan laboratoriya tatqiqotlar yoki dala kuzatuv tatqiqotlar, ya'ni umumiyroq ko'rinishda eksperimental tatqiqotlar natijasida olingan formulalardir.

Bir o'lchamli tenglamalar sistemasida, oqim tezligi harakatdagi kesim bo'ylab o'rtalashtirilgan ko'rinishda qabul qilingan bo'lib, unda tezlik taqsimlanishini notekisligi Koriolis va Bussinesk koeffitsientlari yordamida inobatga olinadi. Oqim chuqurligi va o'zan tubi o'rinma kuchlanishlar o'zan kengligi bo'ylab o'rtalashtiriladi. Yuqorida keltirilgan tenglamalar sistemasi tarkibidagi deformatsiya tenglamalari, qo'llaniladigan boshlang'ich va chegaraviy shartlar qayd etilgan maxsus adabiyotlarda, jumladan professor D.R.Bozorovning chop etilgan monografiyasi va ilmiy ishlarida batafsil yoritilgan. Asosan boshlang'ich shart sifatida o'zan tubi profili va sath belgilarining hisoblash boshlanishdagi vaziyati qabul qilinsa, chegaraviy shart sifatida hisoblash sohasiga kirishda hisobiy gidrograf,

chiqishda esa yumshoq shartlar qabil qilinadi. Yumshoq shart deganda, hisobiy sohaning so'nggi kesimidagi barcha parametrlar oldingi kesimnikiga tenglanadi.

2.3. O'zandagi jarayonlar gidromorfologik nazariyasi asoslari va "O'zandagi jarayonlar" tushunchasi

Aziz o'quvchi bizga ma'lumki daryo o'zanlari va qirg'oqlari yaqinidagi suv bosadigan soha qayirda o'zanda harakatlanayotgan suv oqimi ta'sirida doimiy o'zgarishlar bo'lib turadi. Bu o'zgarishlarni o'rganishda ta'sir etuvchi kuchlarni o'rganish, o'zan shaklini o'zgarishini va o'zgarish jadalligini o'rganish, ularning rivojlanish qonuniyatini o'rganish muhim masala hisoblanadi. Yuqorida ta'kidlanganidek, daryo yoki kanal o'zani bilan suv oqimi doimiy ravishda o'zaro ta'sirda bo'ladi. Bu ta'sir natijasida sust yoki jadallashgan ko'rinisdagi doimiy jarayonlar o'zanlarda ro'y berib boradi. Mana shu o'zan va oqim o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida o'zan tuzilishini morfologik o'zgarishlari *o'zandagi jarayonlar* deb yuritiladi. Albatta o'zanning shakli o'zgarishi o'zanda ro'y beradigan deformatsion jarayonlar orqali amalga oshadi. Bu deformatsion jarayonlarni o'rganish, ularni hisoblash usulini yaratish va hisoblash aniqligini oshirish maqsadida yaratilgan usullarni takomillashtirish, hamda zamonamizning yangi texnologiyalari yordamida yanada ko'proq bu jarayonlarning borishiga ta'sir etuvchi omillarni inobatga olish o'zandagi jarayonlarning asosiy masalari hisoblanadi. O'zandagi jarayonlarni o'rganishdagi gidrodinamik yoki gidravlik yondashish orqali undagi harakatlanuvchi kuchlarni o'rgansa, gidromorfologik yondashishi esa o'zan va qayir morforolik shakllarini paydo bo'lishi qonuniyatlarini o'rganadi va ikkalasi birgalikda o'zandagi jarayonlar nazariyasini yaratadi. Privard natijada o'zan shakllarining gidravlik nazariyasi yaratiladi. Xuddi shu yo'nalishda o'zandagi jarayonlarni hisoblash va bashorat qilish olib borilgan izlanishlargina ijobiy natija berishi mumkin. Uzoq vaqtlar davomida turli tadqiqotchilar tomonida o'zandagi jarayonlarni hisoblash va bashorat qilishda bir tomonlama yondashuvlar amalga oshirilgan. O'zandagi jarayonlarga Gidravlika nuqtai nazaridan yondashish o'z ijobiy natijasini bermadi. O'zan va qayir morfologiyasi sohasidagi bilimlarimiz esa etarli darajada bo'lmagan. Faqat o'tgan asrning 50 yillariga kelib, tadqiqotchilar o'zandagi jarayonlar nazariyasini har ikkala yondashuv aspektlarini inobatga olib, ularni birgalikda ko'rib chiqish kerak degan xulosaga kelishdi. O'zandagi jarayonlarni bashorat qilish uchun o'zanning plandagi buramaliklarini rivojlanishi, ularning plandagi deformatsiyalanishi - ko'chishi tezligi, o'zan chuqur va sayoz sohalari tubi belgilarining o'zgarishi, nanoslarning o'zan chuqur sohasidan sayoz sohasiga ko'chishi xarakteri, qayirning shakllanishi, uning reliefi, deformatsiyalanishi va daryo o'zaning plandagi buralishlaridagi o'rni kabi ma'lumotlar bazasiga ega

bo'lishimiz kerak. Lekin, bu borada olingan ma'lumotlar juda kam bo'lib, ularning aniqlik darajasi nihoyatda past bo'lgan.

Bu ma'lumotlarni olish uchun nihoyatda qiyin va to'g'ri yo'l tanlandi. Daryo o'zanlarining bir necha yillik tapografik, aero va foto nusxa materiallari va hozirgi davrda kosmik foto materiallar yig'ilib, ular o'zaro taqqoslanishi natijasida, daryoning o'zanini yillar davomida planda o'zgarishi, undagi buramalarni deformatsiyalanish tezligi va boshqa ma'lumotlar olindi. Albatta katta masshtablarda olingan bu materiallar orasidagi farq kamida 100 yillik oraliqni tashkil qilishi kerak. Lekin, bu muhlat ham biror bir daryoning to'liq bir o'zan shaklini qaytarilishiga yetarli bo'lmaydi. Masalan, hozirgi kunda regionimiz muammosiga aylangan Orol dengizidagi jarayonlarni olaylik. Tarixdagi manbalarda Orol dengizidagi jarayonlarning qaytarilish davri bir necha ming yilni tashkil etgan. Orol minglab yillar davomida o'z satxini pasaytirib, keyin yana uni tiklagan. Lekin o'tgan asr so'ngida insonning antropogen ta'siri natijasida bu jarayon juda jadallashib, so'ngi 50 yilida uning sathi pasayib, batomom qurish darajasiga yetganiga barchamiz guvohmiz. Bu antropogen ta'sirni o'zandagi jarayonlar ketishiga ta'sirini kursatuvchi inkor qilib bo'lmaydigan isbotdir. Daryoning plandagi o'zgarishini, buramalarning deformatsiyalanishi tezligini aniqlash, daryo o'zanida bu siklni to'liq qaytarilishini aniqlash uchun aerofotos'yomka materiallaridan keng foydalanish mumkin. Daryoning qavariq qirg'og'idagi qum uyumlarining minglab yillar davomida deformatsiyalanishi aniq bilinib turishi aniqlangan. Xuddi shu tarzda Ob daryosining plandagi deformatsiyalanishi 7 000 yillik tarixi tiklangan.

Bu olingan materiallar gidrologik va gidromorfologik ma'lumotlar bilan to'ldirilib, o'zandagi jarayonlar nazariyasining asosini yaratilishiga katta ko'mak berdi. O'zandagi jarayonlar tushunchasi oldingi kiritilgan aniqlashdan bir oz farq qiladi. Chunki, bunda o'zanning tashqi ko'rinishi morfologik tuzilishi o'zgarishi va suv oqimining o'zanga ta'siri kuchli. Dastlabki qarashlarda faqat alohida oqimning o'zan o'tadigan gruntlarga ta'siri va oqim tarqibida nanos zarrachasining harakati o'rganilgan edi. Endi bu zarrachaning harakati va morfologiya qonuniyatlar turlichaligi e'tirof etilib, ularning turli omillarga bog'liqligini ko'rishimiz mumkin. Demak, oqim tarkibidagi bitta nanos zarrachasini harakatini o'rganib, o'zan tubi nanoslar harakatini, deformatsion jarayonlarni, qum uyumlari, daryo o'zanidagi orolchalar harakatini o'rganish mumkin degan xulosa noto'g'ri qarash bo'ladi deb tasdiqlash mumkin. Bu murakkab va ko'p omillarga bog'liq bo'lgan o'zandagi jarayonlarni o'zganishda har qanday bir tomonlama yondashuv ijobiy natijaga olib kelmasligiga yana bir marotaba ishonch hosil qilish mumkin.

Yuqoridagilarga asoslanib, xulosa qilish mumkinki, barcha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish, kerakligini to'ldirish, turli yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar natijasi yutuqlarini birlashtirish orqali o'zandagi jarayonlar

nazariyasini yaratish va shu bilan birgalikda o‘zandagi va qayirdagi deformatsion jarayonlarni hisoblash va bashorat qilish metodlarini yaratish mumkin.

2.3.1. Qayta tiklanadigan va tiklanmaydigan deformatsion jarayonlar

O‘zandagi jarayonlarni harakterlovchi deformatsion jarayonlarni tiklanmaydigan va qayta tiklanadigan deformatsion jarayonlarga bo‘lishimiz mumkin. Agar daryo o‘zanlarini o‘zgarishini bir necha yillik, hattoki 100 – 1000 yillik o‘zgarishini taqqoslab qaralsa, doimiy ravishda bir yoqlama yo‘nalishdagi deformatsion jarayonlarning borishini ko‘zatishimiz mumkin. Agar daryo o‘zanida turli maqsadlarda Gidrotexnik inshootlar (GTI) qurilishi, bunday bir yoqlama yo‘nalishdagi deformatsion jarayonlar jadalligi oshishi mumkin. Misol tariqasida suv omborini yuqori va pastki beflarini olsak, yuqori bef sohasida loyqa bosish jadallashib borgan bo‘lsa, pastki bef sohasida yuvilishni ko‘zatishimiz mumkin. Bu jarayonlar doimiy ravishda ro‘y berishini inobatga olib, ularni qayta *tiklanmaydigan deformatsion* jarayon deb atashimiz mumkin.

Nanoslarning ko‘chishi va qayta cho‘kishi natijasida o‘zan va uning qirg‘oqqa yaqin suv bosadigan sohasi-qayirda ma’lum davriy qayta shakllanishlar ro‘y berib turadi. Bu holat ularda turli morfologik shakllantirishlarni ro‘y berishiga olib keladi. Bu jarayonlarni qayta *tiklanadigan deformatsiya* deb atash mumkin. Qayta tiklanadigan deformatsiyaning asosiy belgisi sifatida o‘zan morfologik tuzilishi va geometrik o‘lchamlarini daryo uzunligi bo‘ylab o‘zgarmasligini qabul qilish mumkin. Daryoning o‘zanidagi deformatsion jarayonlarni faqat suv oqimi tarkibidagi nanoslar sarfiga bog‘liqlik holati *dinamik muvozanat* holati deyiladi. Agar daryoga antropogen ta’sir bo‘lmasa, u dinamik muvozanat holatida joylashadi. Qayta tiklanmaydigan deformatsiyani o‘rganishda uni soniy baholash muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Masalan, loyqa bosish yoki yuvilishni baholash.

Qayta tiklanadigan deformatsiyani baholashda esa, daryo o‘zanida suv oqimining ma’lum bir gidrodinamik parametrlarida nanoslarning cho‘kishi va boshqa bir sharoitlarida ularni oqim tarkibiga qayta ko‘tarilib harakatlanishi masalalari muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Bir so‘z bilan ifodalaganda deformatsiya belgisi (musbat – manfiy) o‘zgaradi. Yil davomida suv miqdori bir yilda ko‘payib, kamayadi. Shu sababli bir yilda ikki marotaba deformatsiya belgisi manfiy, musbat tomonlarga o‘zgarishi mumkin. Bu holatni yaxshi bilish va to‘liq hisobga olish, daryolarda quriladigan gidrotexnik inshootlarni joylashish vaziyatini to‘g‘ri va aniq tanlash imkoniyatini beradi. Deformatsion jarayonlarning plandagi o‘zgarishi turlicha bo‘lishi mumkin. Masalan, Amudaryo uchun 50-200 metr/yilnini tashkil etishi SANIIRI dala ekspeditsiyasi kuzatuv natijalarida qayt etilgan. Daryoning sayoz joylarida balandlik bo‘yicha deformatsiya 2-5 metrni tashkil etgan. Rossiya

Fedratsiyasi daryolar uchun plandagi deformatsiyalar 10-100 m/yil, balandlik bo'yicha deformatsiyalar sayoz uchustkalarda 2-3 metrni tashkil etishligi aniqlangan.

2.3.2 O'zandagi deformatsion jarayonlarning nanoslar transportiga bog'liqligi, nanoslar oqimining shakllanishi. O'zandagi jarayonlarni belgilovchi asosiy omillar.

O'zandagi jarayonni uchta asosiy omil belgilaydi.

1. Suv oqimi miqdori – Yil davomida ma'lum bir gidrograf asosida oqib o'tadigan suv miqdori. Daryoning ta'minlanishiga qarab, ob – havoga bog'liq holda suv miqdorining o'zgarishini ko'rsatuvchi grafik gidrograf deb yuritilishi mumkin. Daryoni hosil qiluvchi barcha suv yig'iladigan maydonlardan oqib kelayotgan nanoslar suv oqimi tomonidan turli harakat shakllarida transport qilinadi. Har qanday oqim unga tabiiy ravishda yuqorida zikr etilgan suv yig'iladigan maydonlardan kelib qo'shiladigan nanoslar miqdorini transport qilishga qodir bo'ladi.

2. Nanos oqimi miqdori – oqim sarfiga bog'liq holda yil davomida oqib o'tadigan nanoslar miqdori. Daryo suv oqimlari qayir va o'zanlaridagi deformatsion jarayonlarning o'zgarishi hisobiga qo'shilayotgan nanoslar miqdorini transport qilishga moslashishlik xususiyatiga ega bo'ladi.

3. O'zan fizik – geografik sharoitlari deganimizda daryo vodiysi va o'zan geologik tuzilishi, erkin deformatsion jarayonlarni borishiga xalaqit qiluvchi gidrotexnik inshootlar, abadiy muzlik, muzlash rejimi kabi omillar tushuniladi.

Bu uch vaziyatga asoslanib, xulosa qilish mumkinki o'zandagi jarayonlar nazariyasi morfologiya va gidravlika metodlarining birgalikdagi umumlashgan ko'rinishiga asoslanishi kerak. Albatta, gidravlika bilan birga gidrologiya metodlari ham qo'llanilishi kerak. Demak, o'zandagi jarayonlar nazariyasini yuqoridagi uch sohani umumlashtirib, ***gidro (gidravlika+gidrologiya) morfologik (morfologiya)-gidroforfologiya nazariyasi deb atash o'rinlidir.*** Bu atama o'zandagi jarayonlar nazariyasini kompleks tarzda o'rganilishi kerakligini ta'kidlaydi. Endi o'zandagi jarayonlar fanini predmetini quyidagicha belgilashimiz mumkin. *Daryo o'zanida harakatlanuvchi suv oqimi va uni tashkil etuvchi gruntlarning o'zaro ta'siri natijasida ro'y beradigan vaqt davomida o'zgaruvchi deformatsion jarayonlarni, eroziya va yuvilish natijasida paydo bo'luvchi nanoslarni tashilishi va akkumulyatsiyasi jarayonini, fizik mohiyatini, asoslari va qonuniyatlarini o'rganuvchi fan o'zandagi jarayonlar deb yuritiladi.*

2.3.3. Suv oqimi tarkibida nanoslar oqimining paydo bo'lishi

Suv oqimi tarkibida nanoslar miqdorini paydo bo'lishi haqida oldingi mavzularda batafsil tuxtalgan edik. Yuqoridagi fikrlarimizga qushimcha qilib,

ta'kidlashimiz mumkinki, noallyuvial(suv oqizmaydigan) jinslarni allyuvial jinslarga aylanishi jarayoni butun daryo uchun suv yig'iladigan maydonlarda yuz beradi. Bu allyuvial jinslarning paydo bo'lishi suv yig'iladigan maydonlarda erroziya natijasida paydo bo'lgan qatlamlarni shakllantiradi, bu qatlamlar gidrografik tarmoqning yuqori zvenosi deb yuritiladi. Gidrografik tarmoqning har bir zvenosining nanoslar ko'chishi va erroziya shakllari mavjud.

A.A.Kozmenko tasnifiga asosan, suvning oqa boshlashi sohasida suvning oqimchalari nihoyatda kichik bo'lib, kichik nishablik bilan harakatlanganligi bu sohada nanoslar deyarli paydo bo'lmaydi va ular bir-biri bilan qo'shilishib - suv oqimi kattalashadi va o'z tarkibiga erroziyalangan allyuvial jismlarni olib harakatlana boshlaydi. Endi biz e'tirof etayotgan gidrografik tarmoqning eng yuqorigi zvenosi boshlandi. Bu zveno nanoslar oqimi jarligi deb ataladi.

Nanoslar oqimi jarlik maydoni $0,05\text{m}^2$ ni tashkil etib, butun suv yig'iladigan yuza bo'ylab taqsimlangan bo'ladi. Suv oqimi o'z tarkibida nanoslarni olib oqib tushayotgan tog' qiyaliklarining boshlang'ich sohasi yuvilishi $0,1-0,2$ mm/yilni, o'rta qismi $0,3-0,4$ mm/yilni, tugash qismi $1-1,5$ mm/yilni tashkil etadi. Bu borada turli tadqiqotchilar turlicha kattaliklarni e'tirof etishgan. Buning sababi qilib, errozion va yuvilish jarayonlarining jadalligini o'lchashdagi yo'l qo'yiladigan noaniqliklarni ko'rsatish mumkin. Ta'kidlash joizki, suv oqimi tarkibidagi loyqalanganlikni aniqlash bilan tog'li xudud qiyaliklarining suv oqimi ta'sirida yuvilishini aniqlash murakkab masala. Chunki nanoslar o'z harakati davomida bir necha marotaba o'zan tubiga cho'kib, ko'tarilib harakatlanishi mumkin. Shu sababli yuvilayotgan qiyaliklarning yuvilishi kichiklashtirilgan ko'rinishda kelib chiqishi mumkin. Ma'lumot o'rnida ta'kidlash mumkinki, Ob daryosiga umumiy oqib keladigan nanoslar miqdorining 20% kelib tushib, qolgan qismi gidrografik tarqmoqda ushlanib qolar ekan. Bir necha jarliklar birlashib, gidrografik tarmoqning ikkinchi zvenosi nanoslar oqayotgan soyni tashkil qiladi.

Nanoslar oqayotgan soylar shakli ancha aniqlashgan bo'lib, ular tubi tekis va qiyaliklari nisbatan tikroq bo'ladi. Bunda yuvilish ko'rinishlari boshqacharoq bo'lishi mumkin. Tubida tekis yuvilish, chohlar paydo bo'lib yuvilish, qirg'og'ida g'orlar paydo bo'lib yuvilish kuzatilishi mumkin. Bu vaziyat soylarda tarmoqlangan o'zanlarni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. O'zan tubidagi yuvilish uning pog'onali profilini paydo qiladi. Bu soylarda ham suv oqimi asosan qor eriganda va yog'ingarchilik davrida harakatlanadi. Soylarda qiyaliklar asimmetriyasi mavjud bo'lganligi uchun nanoslar soy tubida qalin qatlamda, qiyaliklarda yupqaroq qatlamda bo'lishi mumkin. O'zanlar tarmoqlanishi qirg'oqda paydo bo'layotgan g'orlar hisobiga oshib, o'zan pog'onali qirg'oqli trapetsiodal shaklni egallay boshlaydi. O'zandagi suv oqimi chuqurligi nishabli sohalarda $10-20$ sm, soyni o'zida $1-2$ m, kengligi $1-20$ m.ni tashkil etadi. Maydoni $0,05\text{m}^2$ ni tashkil etib, o'zan

tubi va qirg'og'i deformatsiya maydonlari umumiy maydonning 5-6%ini tashkil etadi. Umumiy maydon 250 m²ni tashkil etadi. O'zan tubi yuvilishi uzunlikning 44%in tashkil etadi. Soylarning irmoqlar tutashadigan sohalarida nanoslar miqdori yig'ila boshlaydi. Soylardan keyin gidrografik tarmoqning keyingi zvenosi suvsiz vodiy boshlanadi.

Suvsiz vodiyda ham tubida tekis yuvilish, chohlar paydo bo'lib yuvilish, qirg'og'ida g'orlar paydo bo'lib yuvilish kuzatilishi mumkin. Bu vaziyat soylarda tarmoqlangan o'zanlarni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. O'zan tubidagi yuvilish uning pog'onali profilini paydo qiladi. Vaqtinchalik suv oqadigan sohaning plandagi egriligi vaqt davomida surilishi mumkin. O'zanining buralgan joylarida nanoslar yig'ilib, o'zan uzunlik profili bo'yicha daryolar kabi to'liqsimon xarakterga ega.

Yuqoridagi gidrografik tarmoqlar zvenolari daryoga oqib tushayotgan nanoslarning manbasi hisoblanadi. Ularning maydoni taqriban suv yig'iladigan maydonga teng bo'lib, joylashgan maydoni daryoning nanoslar bilan to'yinishini ta'minlaydigan oblast deb yuritiladi.

O'zan tubi nanoslari o'zandagi turli morfologik ko'rinishlarni tashkil qilib, o'zandagi jarayonlarda asosiy o'rin egallaydi. Muallaqlashgan nanoslar o'zanda oqim tarkibida uzoq masofalargacha oqib borib, o'zandagi jarayonlarga kam ta'sir ko'rsatadi. Daryoda suv toshqini bo'lgan davrlardagina ular qayir bo'ylab cho'kib, uning balandlik belgisini oshirishi va buning natijasida suv oqimining o'zandagi yaxlit harakatini ta'minlab, o'zandagi jarayonlarini rivojlantirishi mumkin.

Bundan tashqari ta'kidlash lozimki, daryoga oqib tushayotgan nanoslar manbai faqat tog' jinslarini oqim tomonidan yuvilishi hisobiga ularning miqdorini oshirib, noallyuvial jinslar allyuvial jinslarga aylanadi. Daryo o'zani tubi yoki qirg'og'i yuvilishi hisobiga oqib kelayotgan nanoslar me'yori o'zgarmaydi. Faqat daryo o'zani, qirg'og'i va qayiridagi gruntlar boshqa suv oqimlari, sel oqimlari yoki daryoning hozirgi davridagi suv bilan ta'minlanish rejimidan boshqa bo'lgan rejimi davrida kelib qolgan gruntlarning yuvilishi oqayotgan nanoslar me'yorini oshirishi mumkin.

2.3.4.O'zandagi jarayonlarning diskertligi va struktura darajalari

O'zandagi jarayon asoschilari V.M.Loxtin va N.S. uni diskert ko'rinishida deb e'tirof etishib o'zandagi jarayonlarning diskertligidan amaliy masalalarni hal qilishda foydalanishgan. Diskert tushunchasi o'zandagi jarayonning ma'lum bir omillarga bog'liq bo'lgan uzluksiz davom etadigan jarayon sifatida tushunish mumkin. Bu elementlar o'z navbatida boshqa yirik keng ko'lamlari jarayonni amalga oshishiga sabab bo'lishi mumkin. Har bir diskert tuzilma shakllar o'zlariga xos ko'chish qonuniyatlariga, elementlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklarga,

aniqlovchi omillariga ega bo'lishi mumkin. O'zandagi jarayonlarni bilish va bashorat qilishga yo'naltirilgan barcha nazariy masalalarni hal qilishda differensial tenglamalar sistemasidan tuzulgan matematik apparat keng qo'llanilgan. Lekin, uni sxemashtirib yechishdagi soddalashtirishlar bir tomonlama yechimlar berib, tabiatda ro'y berayotgan tabiiy jarayonlarni uzluksiz jismlar mexanikasi aparatiga moslashtirish ko'rilyotgan jarayonning diskertligini yo'qotdi. Bu yo'qotish esa olinadigan yechimlarni amaliyotga tadbirlashni chegaralashtirib qo'ydi. Gidromorfologik nazariyada jarayoninni diskertligiga qaytish, jarayon fizik mohiyatini chuqurroq talqin qilib, amaliyot talabini to'liq qoniqtirishga qaratilgan. Unday yondashuv hisoblar natijasini dala kuzatuv tadqiqotlari natijalariga yaqin bo'lishini ta'minlaydi.

O'zandagi jarayonlar diskertligi, ya'ni ma'lum bir elementlarni paydo qilish qobiliyati ma'lum elementlarni tashkil qiladi. Bu elementlar guruhi yana boshqa yiriklarini tashkil qiladi. Kelib chiqishi bir xil, shakli va o'lchamlari umumiy bo'lgan bu guruhlar struktura darajasini tashkil qiladi. Har bir struktura darajasi uchun uning xususiyatiga mos umumlashtirish va o'lchash usullarini qo'llashimiz kerak.

Demak, har bir o'zandagi jarayonni turli struktura darajalarida o'rganishimiz taqazzo etiladi. Bu darajalanishni muhimligini biror bir jarayonni o'rganayotganimizda bir jinsli o'rganilyotgan elementlarning o'lchamlari jarayon o'rganilyotgan muhit o'lchamlariga nisbatan juda kichik bo'lsa, o'rganilyotgan elementlarning o'zaro ta'sirini yaxlit muhit xususiyatlari bilan almashtirish mumkin. Bu holat juda ko'p masalalarda qo'llaniladi. Lekin, jarayonni o'rganishda shunday vaziyatlar mavjud bo'ladiki, shu yaxlit muhitni tashkil etuvchi alohida elementlarning xususiyatlari haqida ma'lumotga ega bo'lish talab etiladi.

Gidromorfologik nazariyada quyidagi struktura darajalari mavjud deb qabul qilingan:

1. **Alohida qattiq jism zarrachalari darajasi.** Bu darajada zarrachaning gidravlik kattaligi, grunt va nanos zarrachasining turg'unligi, uning turbulent tartibdagi harakatda o'zini tutishi va boshqa shu kabi masalalar o'rganiladi. Bu tahlillar asosiga suv oqimining grunt va nanos zarrachasini aylanib siqilib oqib o'tishi gidrodinamik qonuniyatlari olinadi;

2. **Mikroshakllar darajasi** – Bu o'zan tubi bo'ylab tarqalgan holda to'lqinsimon harakatlanayotgan kichik o'lchamli qum uyublari o'zan tubi nanoslari tizimidir. Ular o'zan morfologiyasini belgilamaydi, balki tub g'adir – budurligini va o'z navbatida shunga mos ravishda oqim energiyasini yo'qolishini va suv oqimi ostidagi nanoslar sarfini belgilaydi. Ularning mavjudligi suv oqim turbulentligiga bog'liq bo'lib, ularning o'lchamlarini o'zandagi oqim chuqurligiga taqqoslash mumkin. Oqimning gidravlik xarakteristikasining o'zgarishi o'zan tubi nanoslari tizimining o'zgarishiga olib keladi. Shu sababdan, o'zan tubi nanoslari shakllari va

o'lchamlari oqimning gidravlik xarakteristikasiga bog'liq bo'lib, ular oqimning barqaror harakatida ham mavjud bo'lishi mumkin;

3. **Mezoshakl darajasi** – geometrik o'lchamlarini o'zan kengligi bilan taqqoslash mumkin bo'lgan yirik o'zan tubi nanoslari tizimiga o'xshash nanoslar to'plamalari. Mezoshakllar o'zanning morfometriyasini belgilaydi. Agar mikroshakllar o'zanda harakatlanayotgan suv oqimining turbulentsligiga bog'liq bo'lsa, mezoshakllar oqimning tezlik maydoni va ikkilamchi oqimlar bilan o'zaro bog'liq bo'ladi. Mezoshakllar katta enersiyaga ega bo'lib, suv sathining mavsumiy o'zgarishlarida o'z o'lchamlarini deyarli saqlab qoladi. Mezoshakllarni ko'chishini deformatsiyalarini inobatga olgan holda o'rganib, suv ostidagi nanoslarning ko'chishini aniqlash mumkin. Ularni o'rganish o'zandagi jarayon qonuniyatini va mantiqini tushunish imkoniyatini berishini amaliy ahamiyatini e'tirof etishimiz mumkin. Shu sababli mezoshakllar harakati barcha o'rganilayotgan daryolarda tadqiqot qilinadi va ular juda katta amaliy ahamiyatga ega;

4. **Makroshakl darajasi** – Bunda o'zandagi jarayon to'liqroq ifodalanadi. O'zandagi jarayonning namoyon bo'lishi nafaqat o'zanda va balki, qayirda ham namoyon bo'ladi. Makroshakl – turli darajadagi o'zaro bog'liq o'zan elementlari majmuasi bo'lib, daryoning tashqi ko'rinishini belgilaydi. Makroformaga daryoning burilishi sohalari. Masalan, daryo o'zanining sayoz qismi, o'zandagi qum uyumlari, burilish sohalari, bo'rtib turgan yuviluvchan qirg'oqlar, qirg'oq tomonga ichkariga botgan plyajlar, daryoning plandagi surilishini ta'minlaydigan nanoslar uyumi, qayirga cho'kadigan nanoslar va boshqalar makroshakllarga misol bo'lishi mumkin.

Agar mikro va mezo shakllarni gidravlik qonuniyatlariga asoslanib izohlash mumkin bo'lsa, makroshakllarni bu bilan izohlay olmaymiz. Chunki, makroshakl – turli omillar ta'siridagi nanoslar transportining mahsulidir. Bu omillarning ko'pchiligi daryo sohasidan tashqarida makroshakllar bilan qoplangan sohalar bo'lishi mumkin. Makroshakl ko'rinishi, paydo bo'lish sababini, nanoslarning xaddan tashqari ko'p miqdorini bir joyda yig'ilishini asoslash uchun, nanoslarning qaerdan kelishini, granulometrik tarkibini, oqib kelish rejimini bilishimiz kerak. Daryoga nanoslar barcha suv yig'iladigan maydonlardan kelib qo'shilishini biz oldingi mavzularda keltirgan edik. Demak, nanoslarning paydo bo'lishiga shu suv yig'iladigan maydonlar gruntlari xossalari, sirtlar nishabligi ularning o'simliklar bilan qoplanganligi, suvning shakllanish sharoitlari kabi omillar ta'sir ko'rsatadi. Bu faqat o'zimizning Gidravlika masalalari emasligini tasavvur qilish qiyin emas, albatta;

5. **Morfologik bir jinsli soha darajasi.**

Bir xil ko'rinishli makroshakllar yoki ma'lum qonuniyat bilan almashinib keluvchi turli ko'rinishdagi makroshakllar sohasidan iborat bo'ladi. Bunday sohalar mavjudligi sabablarini bilish uchun daryoning tarixini, gidrologik rejimini,

gidrografik tarmoqlarni va daryo oʻzani va qayirlaridagi oʻzandagi jarayonlarini chegaralovchi barcha omillarni bilish kerak. Daryo oʻtadigan vohada suv oqimi rejimini va daryodagi suv oqim nanoslar bilan toʻyinishini taʼminlaydigan manbalar haqida ham yetarli maʼlumotga ega boʻlish kerak;

6. **Stuktura darajasi** – Daryo boshlanishidan toki quyilish joyigacha boʻlgan daryoning butun uzunligi. Bunda relefni shakllantiruvchi omil sifatida gidrografik tarmoq shakllanishi qonuniyatlari va uning relefni shakllanturuvchi asosiy omil ekanligi tadqiqot qilinadi. Bu koʻproq geolog va geomorfologlar tomonidan oʻrganiladi. Lekin faqat suv omiligina bizning oʻzan relʼyefi shakllanishi muammosi bilan shugʻullanishimizni talab etadi. Albatta, gidrotexnik inshootlar taʼsirida oʻzanning boshqarilishini inobatga olib, uning uzunlik boʻyicha profili oʻzgarishini qonuniyatini aniqlash, gidrotexnik inshootlarning beflaridagi oʻzan jarayonlarini bashorat qilish imkoniyatini beradi. Bu gidrotexnika sohasidagi tadqiqotchilarning asosiy muammolaridan hisoblanadi. Bu tuzilish darajalari oʻzandagi jarayonni oʻrganishda muhim ahamiyatga ega. U morfometrik va gidromorfologik bogʻliqliklarni aniqlashda, oʻzan shakllari koʻrinishini sabablarini aniqlashda asos sifatida qaraladi. Taʼkidlash lozimki, Gidrotexnik inshootlar taʼsirida daryo oʻzaning qayta shakllanishi jadallashib, yiliga bir necha metrni tashkil qilishi mumkin.

Yuqoridagilardan xulosa qilib, struktura darajasini aniqlash oʻzandagi jarayonlarni oʻrganishdagi muhim birinchi darajadagi masala hisoblanadi. Bu darajalar oʻzan va qayir morfologik elementlarini oʻrtalashtirish, statik umumlashtirish, morfometrik va gidromorfologik bogʻliqliklarni aniqlash, oʻzanda paydo bshladigan shakllar turlarini aniqlash masalalarini toʻgʻri olib borilishini taʼminlaydi. Bundan tashqari oʻzandagi jarayonlarning struktura darajasi barcha oʻzandagi jarayonlarni oʻrganishga bagʻishlab oʻtkazilgan tadqiqotlarni baholab, ularning bu masalani oʻrganishdagi oʻrnini belgilaydi.

2.4. Oʻzandagi jarayonlarni tiplarga ajratishning ahamiyati va uni bajarishga boʻlgan talablar

Oʻzandagi jarayonlarni koʻrinishlarini tiplarga ajratishning muhim tomonlaridan biri unda jarayonni bashorat qilish elementlarining mavjudligidir. Haqiqatdan ham oʻzandagi jarayonning boshlanishi, oraliq va tugashi bosqichlarini bilish va jarayonni oʻrganilayotgan davrdagi rivojlanishi bilan taqqoslash bu jarayonni qanday davometishi va nima natija bilan tugashi mumkinligi ehtimolini oldindan bilish yaʼni bashorat qilish imkoniyatini beradi.

Makroshakllar daryoning morfologik tipi-ko'rinishini aniqlaganligi sababli, ularni tiplarga ajratish muhim amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi. Asosan makroshakllarning tashqi ko'rinishiga va ularning deformatsiyalanishi sxemalariga asosiy e'tibor qaratiladi.

Endi nima uchun qayir va o'zanlarning deformatsiyalanishi sxemalari va makroshakllar ko'rinishlari turlicha bo'ladi, degan savolga javob berishga harakat qilamiz.

Bizga ma'lumki, makroshakllarning shakllanishi va deformatsiyalanishi suv oqimining nanoslarni transport qilishi bilan namoyon bo'ladi. Bu esa o'z navbatida suv oqimi, nanoslarni oqib kelishi miqdori va daryoning fizik geografik sharoitlariga bog'liqdir. Demak bu uch omilga makroshakllarning shakllanishi va deformatsiyalanishi ham bog'liqdir. O'zandagi jarayonlarni aniqlovchi omillar xarakteristikalari daryoning suv yig'ilish sohasi tabiiy sharoitlariga bog'liqdir. Tabiiy sharoitlar esa o'z navbatida landshaft zonalari va geomorfologik zonalar bo'yicha o'zgarib turadi va shuning uchun o'zandagi jarayonni aniqlovchi asosiy omillar-suv oqimi, nanoslarni oqib kelishi miqdori va daryoning fizik geografik sharoitlari o'zgaruvchan bo'ladi, bunga mos ravishda nanoslar sarfi o'zgaradi, demak o'zandagi jarayonlar ham turlicha kechadi.

M.A.Velikanov o'zandagi jarayonlar nazariyasining asosiy postulati sifatida barcha tabiiy jarayonlar majmuasini chegaralangiligini e'tirof etgan. U o'zan tiplari cheklanmagan turli ko'rinishlarga ega bo'lishi mumkin emasligini ko'rsatib o'tgan. Haqiqatdan ham, o'zandagi jarayonlarni tiplarga ajratiish uchun gidromorfologik nazariyani yaratishda daryo o'zanlarining mavjud aerofotos'yomka va kartografik materiallari tahlili bu o'zanlarning ko'rinishlari umumlashtirilgan holda yettita tipga ajratish mumkinligini ko'rsatdi. Bu tiplar ko'rinishiga mahalliy sharoitlar ma'lum bir o'zgartirishlar kiritishi ehtimoldan holi emas. Masalan, daryo o'zanining egrilanib, yarim sirtmoq ko'rinishi abadiy muzlik sharoitida bir necha yuz yil saqlanishi mumkin, boshqa bir tabiiy sharoitda daryoda harakatlanayotgan oqim juda qisqa bir vaqtda yuvib buzib o'tishi mumkin. Yoki daryo o'zanining qirg'og'i ivib o'zanga tushishi-deygish hodisasi deformatsion jarayonlarni murakkablashtiradi, va qirg'oq buzilishining o'zga xos shakllarini yaratadi. Deygish so'zi xorazm viloyati xududida yashovchi aholining shevasidan olingan bo'lib, tegish ya'ni suv bilan qirg'oq gruntlari munosabatini bildiradi. Deygish asosan, Markaziy Osiyoning Amudaryo daryosi o'zanida juda katta masshtablarda ro'y beradigan hodisa bo'lib, u xalq va qishloq xo'jaligiga katta zarar yetkizadigan gidravlik xodisa sifatida o'rganiladi.

Agar daryo murakkab gidrografga ega bo'lsa, daryoning bitta uchastkasida bir necha tipdagi makro va mezoshakllar mavjud bo'lishi mumkin. Xususan, daryoning suv rejimi o'zgarishi o'zan shakligi kam ta'sir qilib, oldingi rejimdagi o'zan shakllari saqlanib qolganda ushbu holatlarni ko'zatish mumkin. Masalan, Amudaryoning o'rta

qismida joylashgan Qarshi Magistral Kanaliga to'g'onsiz suv olish sohasida mejen davrida daryo tarmoqlansada, o'zanning suv olish inshootidan yuqorigi qismida harakatlanuvchi qumlar uyumlari-mezoshakllar paydo bo'lishi kuzatiladi. Rasm KMK

Nanoslarning tashilishi shaklining o'ziga xos xususiyatlariga fizik-geografik sharoitlar, xususan o'zan vodiysining geologik tuzilishi ta'sir qilishi mumkin. O'zan vodiysining geologik tuzilishi o'zan nishabligini kamaytirishi va bu o'z navbatida suv oqimining o'rtacha tezligini kamaytirishi mumkin. Bu o'z navbatida o'zan tubi nanoslari sarfini kamayishiga olib keladi. Yoki daryo o'zanining ilon izi kabi egrilanishi oqim tezlik maydonining notekis taksimlanishini ta'minlab, o'zan tubi nanoslari sarfini oshishiga olib keladi.

Demak, o'zan tubining bo'ylama nishabligi eroziya negizi vaziyati bilan aniqlanib, unga asosan daryolarni asosiy katta ikkita guruhga bo'lish mumkin.

Nishablikning nisbatan kichik qiymatlarida to'g'ri o'zanlarda keng o'zanlar paydo bo'ladi. Bunday o'zanlarda odatda suv sathining o'zgarishi unchalik katta bo'lmaydi. Qayirlar kichik kengliklarda bo'lishi mumkin yoki umuman bo'lmaydi. Oqim tarkibidagi muallaqlashgan nanoslar sarfi o'zan tubi nanoslari sarfi bilan chambarchas bog'liq bo'ladi.

Nishablikni nisbatan katta qiymatlarida, nanoslar sarfini kamaytirishni taqazo qilganda, qayirning paydo bo'lishi va o'zandagi jarayonlarga o'zan tubi nanoslari bilan birgalikda mullaqlashgan nanoslar ham ta'sir ko'rsata boshlaydi. Muallaqlashgan nanoslar qayir sirtiga cho'kib, erkin deformatsiyalanish jarayonini chegaralashi va hattoki, umuman to'xtatishi mumkin. Masalan, tog'li xududlarda tog' daralarini to'lishi yoki katta naporli suv omborlari to'g'onlarining yuqorigi b'eflaridagi holatlarni misol tariqasida keltirish mumkin.

Fizik geografik omillardan eroziya negizi muhim o'rin tutadi, chunki u daryoning pastlashishini belgilaydi. Daryoning bir xil pastlashishida uning tubi bo'ylama profili daryoning ilon izi kabi egri bugrilanishiga bog'liq holda turli masshtablarda o'zgarishi mumkin. Bu egri bugrilik nanoslar sarfi bilan qandaydir shaklda bog'liqdir. Nanoslarning kirib kelishini oshishi, oqimdan bu nanoslarni transport qilish uchun barcha mumkin bo'lgan eroziya bazisi-negizi bilan aniqlanadigan o'zan tubi nishabligini me'yoriy qiymatini talab qiladi. Bunday holatda o'zanning to'g'ri shaklda bo'lishi va uning egri bugri sohalarida to'g'rilanishi kuzatiladi. Nanoslar oqimining o'zanga kirib kelishini oshishi, o'zanda harakatlanayotgan suv oqimining chuqurligini kamayishiga va o'zan kengligini oshishiga sababchi bo'ladi. Bu vaziyat esa o'z navbatida dinamik muvozanatni paydo bo'lishiga olib keladi. O'zan kengligining kengayishi nanoslarni ko'chishi frontini kengligini oshishiga olib keladi va ularning transport qilinishini ta'minlaydi. O'zanga

nanoslarning kirishi kamaysa, o‘zan chuqurlashadi va torayadi. Bu o‘z navbatida daryo o‘zanining planda ilon iz kabi egri bugri ko‘rinishni olishiga sababchi bo‘ladi.

O‘zan qirg‘og‘ining yuvilish jadalligini oshishi o‘zan va qayir o‘rtasidagi nanoslar almashinuvining oshishiga olib kelib, o‘zan planidagi va chuqurligi bo‘yicha deformatsiyalanish oshib boradi. Daryodagi dinamik muvozanatni saqlanishi uchun qirg‘oqlardan yuvilib oqimga qo‘shilayotgan nanoslar bilan qayirda oqim tarkibidan cho‘kayotgan nanoslar sarfi o‘zaro muvozanatda bo‘lishi kerak. Bu o‘zaro almashinuv jarayoni juda sekin kechib, qayta tiklanmaydigan deformatsiyalar kabi xarakterga ega bo‘ladi. Shunga qaramasdan muallaqlashgan nanoslarning umumiy miqdorini oshishi yuqori balandlik belgisiga ega bo‘lgan qayirlarni shakllantirib, daryoning plandagi egri -bugrilanishiga olib keladi.

O‘zandagi jarayonning asosiy omillari bilan uning ko‘rinishlarini namoyon bo‘lishi o‘rtasidagi miqdoriy bog‘liqlikni aniqlash o‘zandagi jarayon nazariyasining asosiy natijaviy maqsadi hisoblanadi. Lekin, grunt va o‘zan o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlar darajasi, o‘zan tubi nanoslari sarfi, qayir va o‘zan oqimining o‘zaro ta’sirini oqim tarkibidagi nanoslar sarfiga ta’siri, ular o‘rtasidagi o‘zaro nanoslar almashinuvining miqdoriy xarakteristikasi va boshqa shu kabi parametrlar haqida yetarli ma’lumotlar bazasiga ega emasligimiz, yuqorida qayd etilgan o‘zandagi jarayonning asosiy omillari bilan uning ko‘rinishlarini namoyon bo‘lishi o‘rtasidagi miqdoriy bog‘liqlikni aniqlash imkonini bermaydi. Bu muammodan chiqish uchun hozirgi davrda tadqiqotchilar o‘zandagi jarayonlarni soddalashtirib tasvirlab, unga ta’sir etuvchi omillarni ham soddalashtirilgan bog‘liqliklar bilan ifodalashga harakat qilishmoqda. O‘zandagi jarayonni soddalashtirishga-sxematik ko‘rinishda tasvirlashga dastlabki qadam sifatida uni tasniflash-klassifikatsiyalash qabul qilinadi.

2.5. Daryo o‘zanlari tasnifi-klassifikatsiyasi

Daryo o‘zanlarini tasnifi bilan tanishishdan avval Sobiq ittifoq xududidagi bu sohadagi yuqori nufuzli ilmiy maktablar qo‘llagan ikki atama bilan tanishtirishni ushbu qullanma mualliflari maqsadga muvofiq deb hisoblashdi.

Birinchi ilmiy maktab, M.I.Lomonosov nomidagi Moskva Davlat Universiteti professorlari R.S.CHalov, N.I.Alekseevskiy va boshqalar biz tanishmoqchi bo‘lgan mavzuni « *daryo o‘zanlari tasnifi-klassifikatsiyasi*» deb nomlashgan.

Ikkinchi ilmiy maktab, Sankt-Peterburg shahrida joylashgan Gidogeologiya Ilmiy tadqiqot Instituti(GGI) Mutaxasislari va I.I.Popovlar « *daryo o‘zanlarini tip tasnifi-ko‘rinshlarga ajratish*» deb nomlashgan. Bu atamalar bir biridan farq qilsada, bir xil jarayonni xarakterlash uchun ishlatiladi. Bu atama va tushunchalarni nomlanish sabablarini qidirmasdan dastlab R.S.CHalov, N.I.Alekseevskiyning keyin GGI mutaxasislarining ushbu sohada olib borgan ishlarining natijalari bilan

batafsil tanishamiz. Bu olib borilgan ishlarning ikkinchisi natijasi Rossiya Federatsiyasining barcha ishlab chiqarish loyihalarida me'yoriy hujjat sifatida rasman qayd etilgan.

Suv oqimi harakatlanadigan o'zan qayta shakllanishi integral xarakteristikasiga asoslangan birinchi tasniflash M.I. Lvovich tomonidan amalga oshirilgan. Bu tasniflashda suv oqimi tarkibidagi nanoslarning yirikligini tezlik naporining kilometrlarda pasayishiga nisbati bilan xarakterlanuvchi kattalik V.M.Loxtin taklif etgan mezon Loxtin soni bilan xarakterlanuvchi o'zanning to'rg'unligini baholashdan foydalangan: $= \frac{D}{...}$. Bunga asosan o'zanlar to'rg'un va noto'rg'un o'zanlarga ajratilgan.

Keyinchalik M.A.Velikanov bu klasifikatsiyani ancha takomillashtirgan. Uning tasnifida o'zanlar ko'yidagi ko'rinishlarga ajratilgan:

- Yuqori darajada turg'un o'zanlar;
- Normal darajadagi turg'un o'zanlar;
- Pastekislikdagi past darajadagi turg'unlikka ega o'zanlar;
- Noturg'un o'zanlar;

O'zanlarni tasniflashda ularda paydo bo'ladigan morfodinamik ko'rinishlarning shakliga bog'lashga ham urinishlar bo'lgan. Lekin masalaning noto'g'ri quyilishi ko'pincha qarama qarshi natijalarga olib kelgan. Masalan *daryo o'zaning planda ilon izi bo'lib egri-bo'gri bo'lib surilishi-meandralanishi* turli darajadagi turg'unlikka ega daryolarga xos qilib ko'rsatilgan.

S.T.Altunin, Z.I.Grinber, A.V.Karaushev, N.I.Makaveyev kabi tadqiqotchilar boshqacha kvalifikatsion sxemalar taklif etishgan. Ular o'zanda paydo bo'ladigan morfodinamik shakllar ko'rinishlarini daryo o'zanining turg'unligi bilan bog'lashga harakat qilishgan.

S.T.Altunin o'zanlarni quyidagicha tasniflagan:

- I-tip turg'unlik darajasi bo'yicha-planda tez tez o'zarib turadigan o'zanlar. Bu o'zanlar bir sohada tarmoqlansa, boshqa bir sohalarda meandralanishi mumkin;
- II- tip, past darajadagi turg'unlikka ega o'zanlar-noturg'un yoki past darajadagi turg'unlikka ega o'zanlar, doimo meandralanib turishi bilan xarakterlanadi;
- III-tip turg'un o'zanlar, bularning morfodinamik xarakteristikasi keltirilmagan;

N.V.Makaveyev va R.S.Chalovlar esa V.M.Loxtin koeffitsientini stabillik koeffitsienti $= 1000 \cdot \left(\frac{D}{I} \right)$ bilan o'zgartirib, quyidagi tasniflashni kiritgan:

- Mutloq-Absolyut noturg'un;
- Noturg'un;
- Past darajadagi turg'un;
- Nisbatan turg'un;
- Turg'un;
- Mutloq turg'un o'zanlar.

O'zanlarni tiplarga ajratishdagi keyingi yo'nalish ularni tog'li xudud, tog' oldi xududi, pastekislik daryolarga ajratish hisoblanadi. Bu tasniflashga daryolarning tog'li xududlarda va pastekisliklarda o'zanni shakllantirish faoliyatini prinsipial farqlanishiga sabab bo'luvchi oqim kinetik parametrini o'zgarishi natijasida oqimning nanoslarni tashishi turli shakllarini paydo bo'lishi va o'zan bilan o'zaro ta'sir mexanizimining o'zgarishi asos qilib olingan. Bu yo'nalishning asoschisi N.I.Makaveyev hisoblanadi. Bu daryolarni quyidagi tasnifini taklif etgan:

- Suv oqim shovqinli harakatlanadigan, o'zan pog'onasimon, o'zan tubi nanoslari tizimi harakati mavjud bo'lmagan, silliq fazali nanoslar harakati mavjud bo'lgan, faqat tog'dagi daryolarga xos bo'lmagan kichiq o'zan tubi nishabligi mavjud bo'lgan sohalarda antidyunlar harakati mavjud bo'lgan **tog'li xudud daryolari**. *Oqim harakatiga teskari tomonga surilib harakatlanadigan qum tepalikchalar ko'rishidagi o'zan tubi nanoslari harakati antidyunlar deb yuritilishi bizga ma'lum.* Bu o'zanlarning antidyunlar mavjud sohasi allyuvial yotqiziqlar bilan kuchli ta'minlangan bo'ladi. Bu sohalarda daryoni meandralanishi amalga oshishi mumkin, lekin kuchli jadallashgan oqim harakati ta'sirida skalali qirg'oqlar yuvilib, meandrani kesilgan ko'rinish olishiga sababchi bo'ladi. Nazariy jihatdan o'zanning egri bugrilanishi ikki tog'li xudud oralig'idagi cho'nqir yerlarda bo'lishi mumkin, lekin oqim kinetiklik parametrining yuqoriligi bunga yo'l bermay, o'zanni tarmoqlanib ketishiga olib keladi. Albatta, bu tarmoqlanishlar o'ziga mos morfodinamik shakllarga va murakkab deformatsion rejimlarga egaligini e'tirof etish kerak;

- O'zandagi jarayonlar borishi bo'yicha tog'li xudud daryolariga o'xshash **tog' oldi xududi daryolari**; Bularning pastekislikka yaqinlashish sohaslarida nishablik keskin kamayib, o'zan skalali gruntndan tez yuviladigan gruntli xududga o'tadi va uning tarmoqlanishi kuzatiladi;

- Jadallashgan ko'rinishda tarmoqlanuvchi va meandralanuvchi **pastekislik daryolari**.

O‘zanlarni klasifikatsiyalashdagi yana bir yo‘nalish ularni plandagi shakli-morfologik shakli va bu shakllarga bog‘liq ko‘rinishda gorizontal yo‘nalishda qayta shakllanishiga bog‘liq tasniflashdir. O‘zan tubi nanoslari tizimi harakati shakli, suv oqimi miqdori, nanoslar miqdoriga bog‘liq holda o‘zan ko‘rinishi paydo bo‘lib, rivojlanishini ko‘rsatadigan bunday tasniflash *morfodinamik* yoki *gidrologomorfodinamik kvallifikatsiya-tasniflash* deb nomlanadi.

K.I.Rossinskiy va I.A.Kuzminlar birinchi morfodinamik tasniflash asoschilari hisoblanishadi. Ular daryo o‘zanlarini quyidagi ko‘rinishda tasniflashgan:

- To‘g‘ri chizikli o‘zanlar. Deformatsiya ko‘rinishi-davriy kengayuvchi o‘zanlar;
- Egri bugri o‘zanlar. Deformatsiya ko‘rinishi-jadallashgan egri-bugrilanish, meandralanuvchi;
- Tarmoqlangan o‘zanlar. Deformatsiya ko‘rinishi-planda o‘zan shaklini tez tez o‘zgartiruvchi.

Bu tasniflash erkin meandralanuvchi keng qayirli tekislikdagi daryolar uchun ishlab chiqilgan. Bu o‘zanlarning tasnifiga qonuniyatli fizik asos bilan yondashilganligini e‘tirof etish o‘rinlidir. Chunki har bir ko‘rinish alohida oqim dinamikasi va strukturasiga, o‘zan rel’yefiga va deformatsiyalanish xarakteriga ega.

I.V.Popov o‘zanlarni tasniflashda ulaning plandagi ko‘rinishiga e‘tiborni qaratgan:

- Meandralanuvchi o‘zanlar;
- O‘z o‘zga parallel tarzda uzoq masofalarga ko‘chuvchi to‘g‘richizikli o‘zanlar;
- Tarmoqlar va orolchalar paydo qilib, o‘z oqim miqdorini taqsimlagan holda ko‘chuvchi o‘zanlar;
- Noto‘rg‘un gruntlarda o‘z plandagi o‘rnini tez o‘zgaritirib ko‘chuvchi o‘zanlar.

I.V.Popov bu tasniflash tarkibida erkin meandralanishni ko‘chish shakli, ko‘rinishi, miqdori bo‘yicha yettita ko‘rinishga ajratgan. Bundan tashqari u egri-bugrilanuvchi, lekin plandagi deformatsion jarayonlar qiyin kechadigan daryo o‘zanlarini quyidagi ko‘rinishlarga bo‘lgan:

- daryo egrilanishi voha egrilanishini aks ettiradigan tor egri vohalardan o‘tadigan o‘zanlar;
- sathidan tez yuviluvchan materiallar yuvib ketilgan sirtlardan o‘tadigan o‘zanlar;
- abadiy muziklar,tundra va taygadan o‘tadigan o‘zanlar;

- egri-bugriligi eski rejimdan qolgan yoki mahalliy qarshiliklardan paydo bo‘ladigan suv omborlari, ko‘llar yoki boshqa GTI majmualari bilan boshqariladigan o‘zanlar.

Birinchi belgi kesilgan egri-bugri daryolarga ta’alluqli bo‘lsa, keyingisi sirtidan allyuvial yotqiziqalar oqizib ketilgan skalali sirtlarga ta’alluqlidir.

O‘tgan asrning 50 yillaridan keyin o‘zanlarni tasniflashda boshqacha yondashuvlar paydo bo‘la boshladi. Bu tasniflarda o‘zanning meandralanishi asosiy alomatlardan biri bo‘lib qolib, nanoslar akkimulyasiyasi, nanoslar transporti shakllari, vertikal deformatsiyalar, suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati, o‘zan turg‘unligi kabi alomatlar ham inobatga olinib boshlangan. Bunday tasniflardan biri Rossiya Federatsiyasi va ko‘pgina sobiq ittifoq tarkibida bo‘lgan hozirgi mustaqil davlatlar hamdo‘stligi tarkibiga kiruvchi mustaqil mamlakatlar me’yoriy hujjatlariga asos qilib olingan Rossiya Federatsiyasi Gidrologiya Davlat Instituti-GGI kvallifikatsiyasi-tasnifidir. Bu tasnif I.V Popov tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, keyinchalik N.E.Kondratev tomonidan takomillashtirilgan. Ushbu tasnif mualliflarining fikriga asosan, unda o‘zan tipi-o‘zandagi jarayonlar ma’lum ketma-ketlikda joylashtirilgan:

- Lentasimon-o‘zan tubi nanoslari tizimi;
- Ikkinchi darajali tizim;
- Chegaralangan meandralanish;
- Erkin meandralanish;
- Tugallanmagan meandralanish;
- Qayirdagi ko‘p tarmoqlanish;
- O‘zandagi ko‘p tarmoqlanish.

Bu ketma ket joylashish mualliflar fikriga asosan, suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini o‘zgarishiga mos keladi. Bu tasniflashda o‘zan egr-bugrilanishi asosiy alomatlardan biri bo‘lsada, bor yo‘g‘i uchta ko‘rinishda qatnashmoqda. Agar ikkinchi darajali o‘zan shakllanishida mejen davrida oqim dinamik o‘qi ham egrilanishini inobatga olsak, to‘rtta guruhda meandralanish bo‘lib, bu juda umumlashtirilgan hisoblanadi. Tasnifning bunday chegaralanganligi, erkin deformatsiyalanish shakllanayotgan pastekislik daryolariga ta’luqligini ifodalaganligi uchun unga tasniflashga kirmagan yangi ko‘rinishlarni kiritishni taqazo etadi.

K.V Grishanin GGI tasniflaridagi nomlarni saqlab qolgan holda ularni K.I.Rossinskiy, I.A.Kuzmin, N.I.Makaveyevlar tasniflari bilan bog‘lashga harakat qilgan:

- Bir irmoqli ikkinchi darajali o‘zanchalar shaxmat tartibida joylashgan egri bugri yoki to‘g‘ri chiziqli o‘zanlar;

- Egri-bugri yoki meandralanuvchi o‘zanlar;
- Tarmoqlangan o‘zanlar.

Amerikalik olimlar L.Leopold va M.Volman o‘z tasniflari asosiga rus olimlari K.I.Rossinskiy, I.A.Kuzmin tasnifini olib, uni yangi alomatlar bilan to‘ldirishgan. S.Shumm esa uni o‘zan tipi nanoslarning tashilishi shakliga bog‘liq degan alomat bilan to‘ldirgan. U bir shaxobchali va ko‘p shaxobchali o‘zanlarni ajratgan. Birinchi tipga kam egrilanuvchi yoki orolchalari mavjud tog‘ri o‘zanlarni ajratgan. Ularda o‘zan tubi nanoslari ko‘p miqdorda transport qilinadi. Ikkinchi tipga meandralanuvchi va uchunchi tipga keskin meandralarga ega o‘zanlarga ajratgan. Keyingi tiplarga o‘zanning turg‘unligi oshishi darajasiga qarab, tiplarga ajratgan.

Xitoylik olimlar esa o‘z tasniflarida o‘zanlarning shakllanishi keng spektri inobatga olingan. B tasniflarda asosan rivojlangan erkin deformatsiyalanish jarayoni mavjud bo‘lgan pastekislik daryolari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, chegaralangan deformatsiyalar kesilgan egri bugrilanadigan tog‘li va tog‘ oldi hududi daryolari qo‘shimcha sifatida kiritilgan yoki umuman qarab chiqilmagan.

Xitoy olimi Lin CHen Kuan 1992 yilda o‘zanlarni dastlab shakllanish sharoitiga asoslanib tasniflashni, keyin morfologiya va deformatsion jarayon jadalligiga qarab tasniflashni taklif qilgan.

SHen Yuychan va Gun Goyuan quyidagi rasmda keltirilgan klassifikatsiyani taklif etgan.

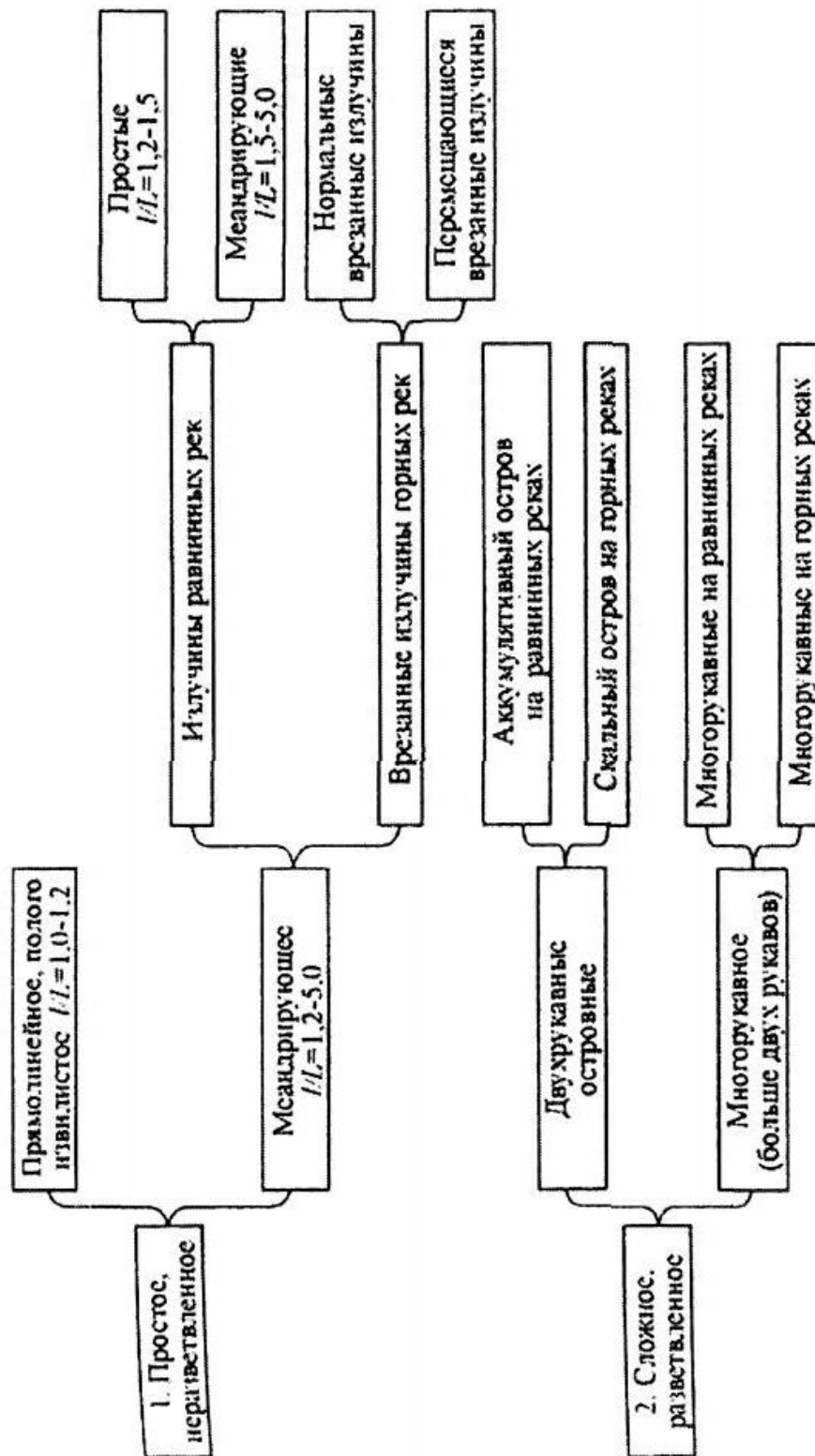


Рис. 2.2. Типизация русел рек (по Шен Юйчану и Гун Гоюану).

R. S.Chalov tomonidan ishlab chiqilgan tasnifda esa o'zanning tiplari bir biriga bog'liq bo'lmasdan, turli darajadagi stuktura darajalari saqlanib qolingan. Boshqa mavjud gidromorfologik kvalifikatsiyalardan farqli ravishda daryo vohasining geologo-

morfologik tuzilishiga bog‘liq bo‘lgan chegaralangan deformatsion jarayonlar va keng qayirli o‘zarlardagi erkin deformatsiyalanish sharoitida oqim bilan o‘zan o‘zaro munosabatlari o‘ziga xos hususiyatlari, tog‘li, tog‘ oldi xududi, tekislikdagi daryolari o‘zanlaridagi jarayonlar (o‘zan va oqim munosabati, nanoslar transporti) farqi inobatga olingan. Bunga asosan har qaysi morfodinamik ko‘rinish keng qayirli, tekislikniki, tog‘li xudud va tog‘ oldi xududniki bo‘lishi mumkin. Bular ham o‘z navbatida deformatsion jarayon xarakteri va o‘zan shakliga qarab bir qancha ko‘rinishlarga ajralishi mumkin. Bu tasnifga alohida ko‘rinishda o‘zanni shakllantiruvchi nanoslar tarkibi va o‘zan turg‘unligi kirgan. Bu tasnif ***Moskva Davlat Universiteti gidromorfologik tasnifi*** deb nom olgan.

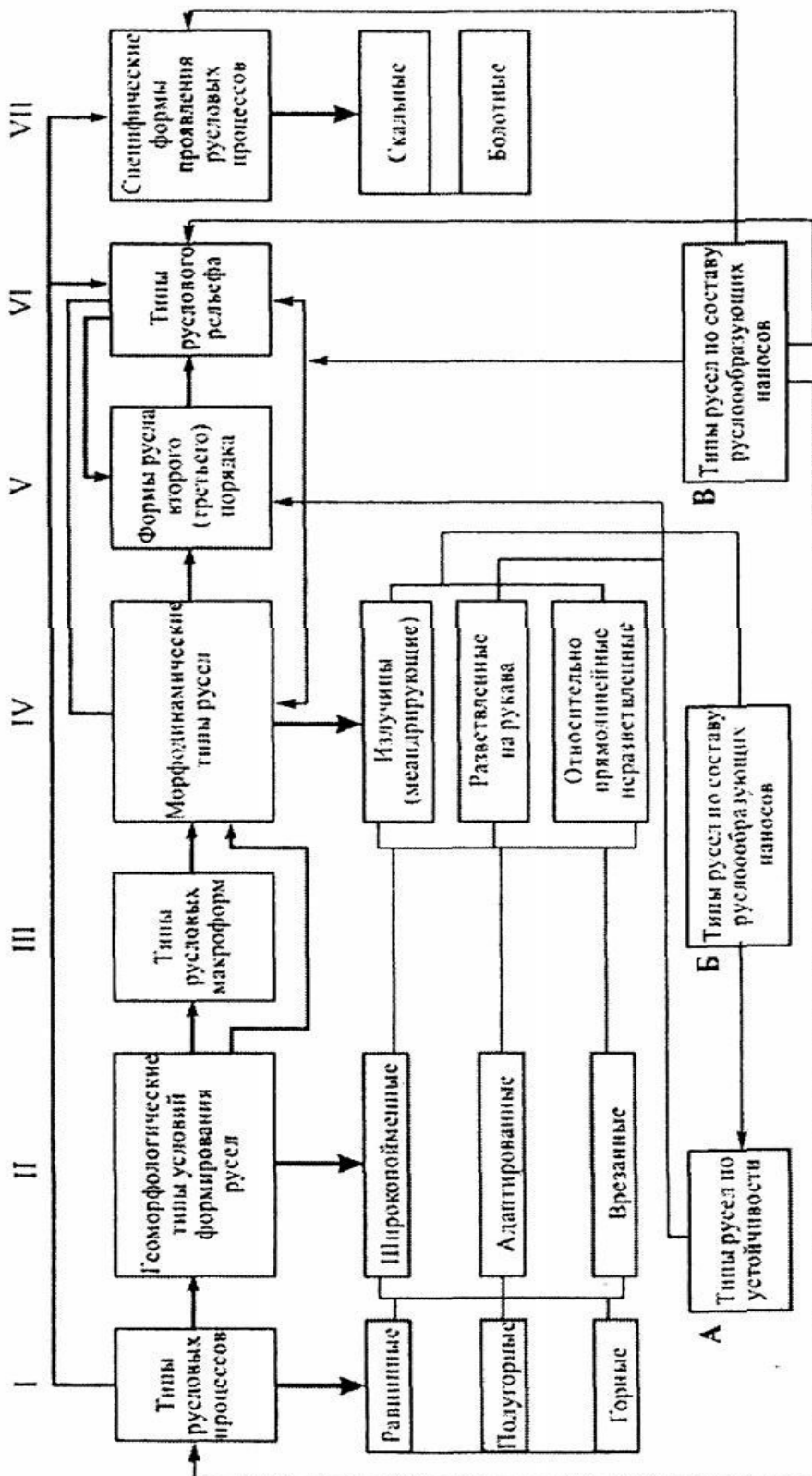


Рис. 2.3. Морфодинамическая классификация Р.С. Чалова.

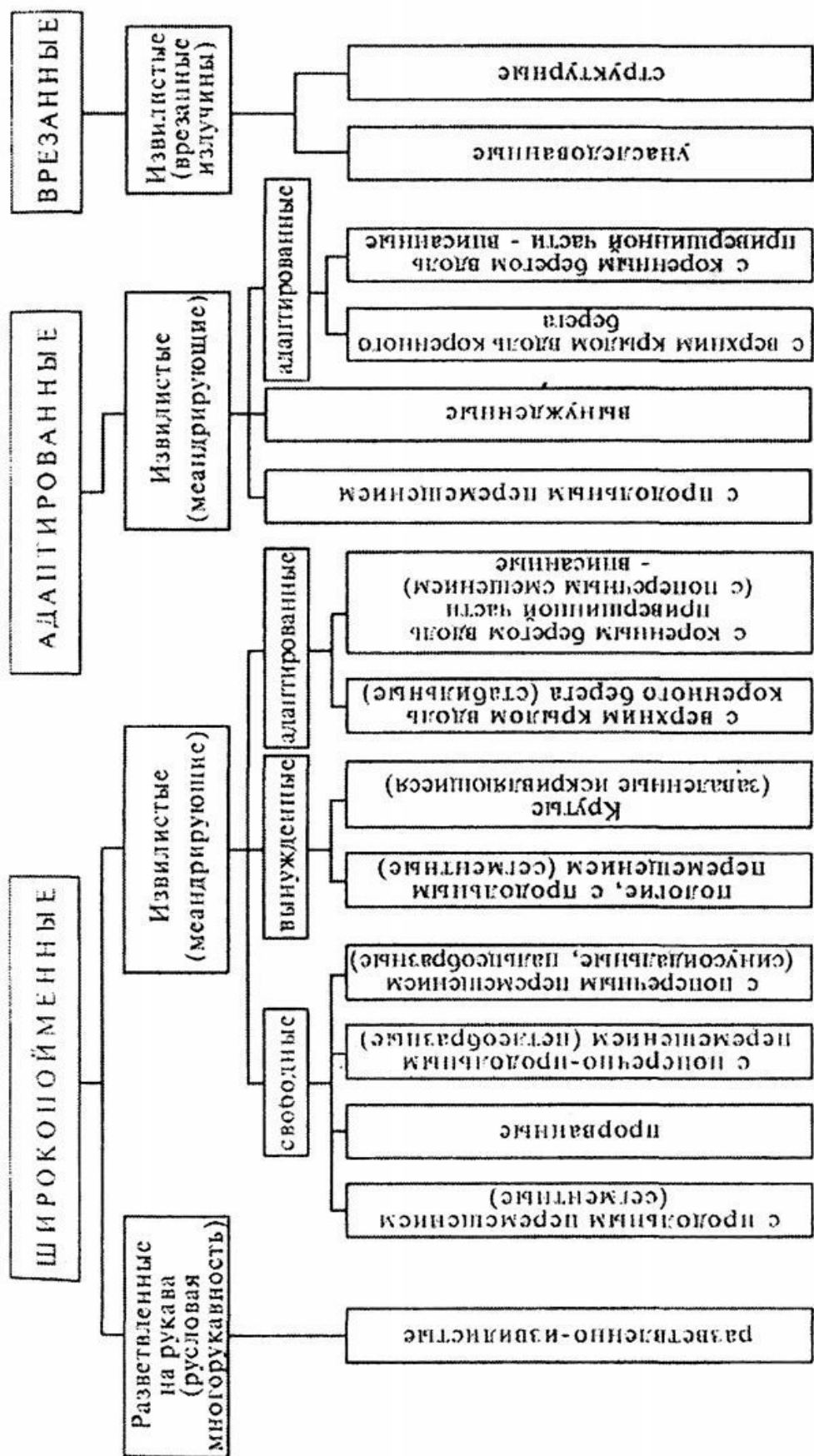


Рис. 2.4. Морфодинамические типы излучин в классификации Р.С. Чалова.

Rasmdagi sxemadan ko‘rinib turibdiki, keng qayirli o‘zandagi erkin buralishlarda plandagi turli shaklga (morfologiyaga) va gorizontal deformatsiyalanish ko‘chishiga ega 4 xil ko‘rinish ajratib ko‘rsatilgan. Bu sharoitlarda majburish va moslashgan to‘rt xil bo‘ralish mavjud. Bundan tashqari R.S.Chalov tomonidan ishlab chiqilgan klassifikatsiyada qayir ko‘milgan sharoitda o‘zanni shakllantiruvchi suv oqimi o‘tganda paydo bo‘ladigan tarmoqlanuvchi va meandralanuvchi o‘zanlarda ko‘p uchraydigan o‘zan ko‘p tarmoqliligi muhim o‘rin tutadi.

Egri-bugrilanuvchi o‘zanlar sharoitida ularni keng qayirli, kesilgan va moslashtirilgan o‘zanlarga ajratish M.A.Velikanov tomonidan ifodalangan «oqim o‘zanni boshqaradi, o‘zan oqimni boshqaradi» degan qonuniyatga asoslangan. O‘zandagi jarayonlarda faol omil sifatida suv oqimi miqdori qabul qilinishi mumkin. Shuning uchun o‘zan shakllarining rivojlanishi va ularning parametrlari suv oqimining gidravlik xarakteristikalari bilan aniqlanadi. Bu bog‘liqlik o‘zanga tub va suv bosmaydigan qayirlar ta’siri bo‘lmagan, rivojlangan erkin deformatsiyalar sharoitida yanada yaqqolroq namoyon bo‘ladi. Bu holatda suv oqimi o‘zanni boshqaradi. Endi oqim ta’sirida paydo bo‘lgan o‘zan egriligi shakli dinamik turg‘unlikka erishadi. Buning rivojlanishi esa oqim tarkibida o‘zanning shakliga mos keluvchi gidrodinamik strukturani paydo bo‘lishiga, sababchi bo‘ladi. Bunday chegaralangan deformatsiya sharoitida o‘zan suv oqimini boshqara boshlaydi. Bunday sharoitda o‘zan shakli tub qirg‘oqlar tomonidan boshqarilib, uning oqim parametrlari bilan bog‘liqligi buziladi yoki namoyon bo‘lmaydi.

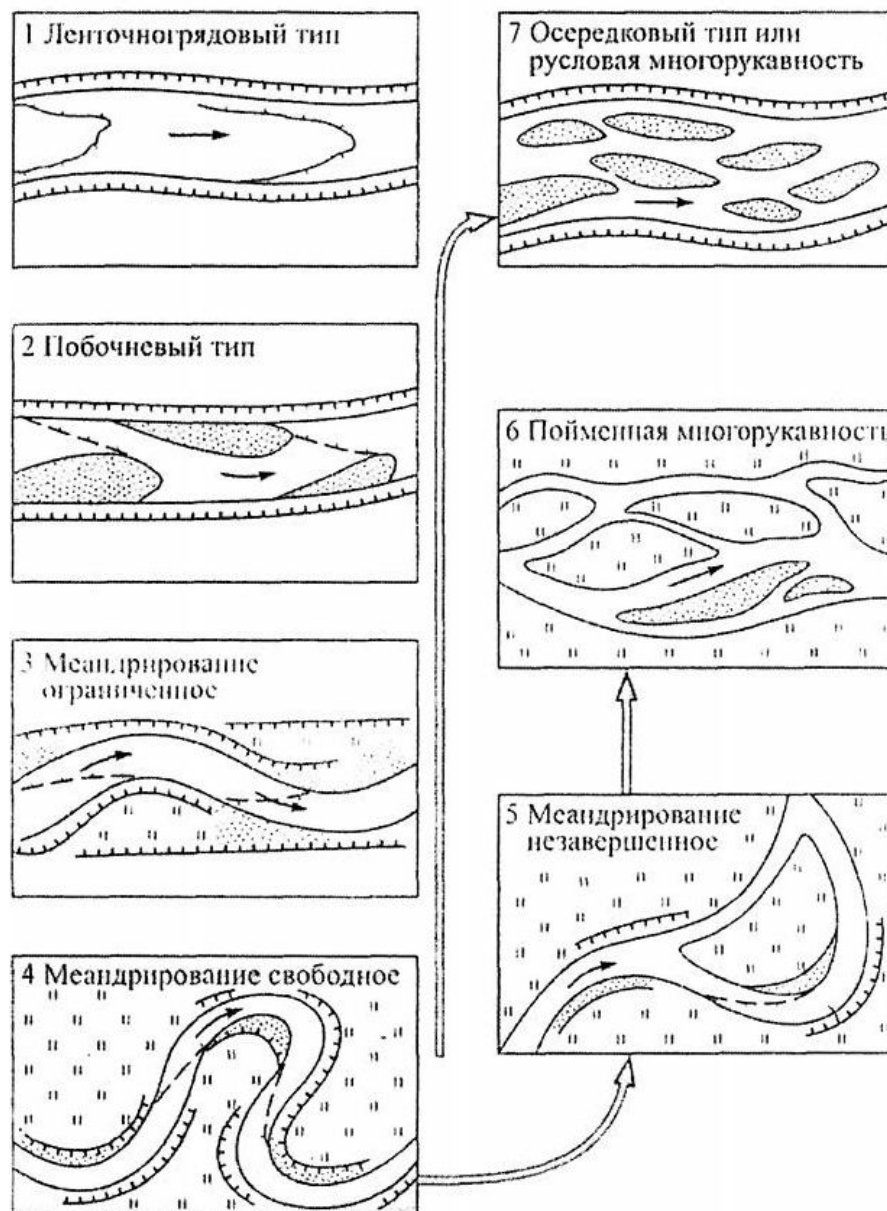
I.V Popov birinchi bo‘lib, chegaralangan meandrlanish iborasini qo‘llay boshlagan. Bu jarayon asosan tor qayirli o‘zanlarga xos bo‘ladi. Bunda buramalar shunday joylar bo‘ladiki, ularning ikki qo‘shni baland qirralari teskar tomon qiyaliklari baland belgilariga tegadi va oqim bo‘ylab pastga sirpanish imkoniyati paydo bo‘ladi. Egri-bugrilanishning tugashi sifatida xalqasimon ko‘rinishning paydo bo‘lishi va uning bo‘ynini suv oqimi yuvib o‘zanni to‘g‘rilashi tushuniladi. Agar bunday xalqasimon ko‘rinishda o‘zan egrilanmasa, bu chegaralangan egrilanish deyiladi. Halqa to‘la paydo bo‘lmasdan uning to‘g‘rilanish imkoniyati paydo bo‘lsa, bu jarayon tugallanmagan meandralanish deb yuritiladi. R.S.Chalov bu jarayonni moslashtirilgan egri-bugrilanishning bir shakli sifatida qarashni taklif etgan.

2.6. Rossiya Federatsiyasi Gidrologiya Davlat Instituti(GGI)ning o‘zandagi jarayonlarni tiplarga ajratishi. Umumiy sxemasi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, Rossiya Federatsiyasi va ko'pgina sobiq ittifoq tarkibida bo'lgan hozirgi mustaqil davlatlar hamdo'stligi tarkibiga kiruvchi mustaqil mamlakatlar m'yoriy hujjatlariga asos qilib olingan Rossiya Federatsiyasi Gidrologiya Davlat Instituti-GGI kvallifikatsiyasi-tasnifi hozirda ham keng qo'llanilganligi sababli, u bilan batafsil tanishish maqsadga muvofiqdir. Ushbu tasnifda nanoslarning o'zan tubida to'planishi yetti xil ko'rinishi mavjud.

1. O'zandagi jarayonlarning lentasimon – o'zan tubi nanoslari tizimi ko'rinishi - tipi. Bu nanoslar ko'chishining eng sodda ko'rinish bo'lib, nanoslar o'zan tubi bo'ylab yakka tartibda sirpanib harakatlanishadi. O'zanning umimiy ko'rinishi bilinar bilinmas egrilanish yoki to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'ladi. O'zanda qat-qatlanishni yo'qligi suv va nanoslar sarfini daryoning ma'lum nishabligiga mos kelishini bildiradi. O'zan tubi nanoslari shakli esa, mezoshakllarga mos kelib, o'zan tubi nanoslar tizimining lentasimon zanjiri ko'chishiga mos keladi.

2. Ikkinchi darajali qirg'oqlar ko'rinishi – tipi. Nanoslar transporti o'zan tubi nanoslari tizimining yirik ko'rinishlarida harakatlanadi va nanoslar tizimining tepalikchalari usti kengaygan ko'rinishda bo'ladi. O'zan tubi nanoslari tizimining oldinga bo'rtib chiqqan tepalikchalari esa daryoning goh chap, goh o'ng qirg'og'ida paydo bo'lib turadi. Mejen' davrida ular qurishadi, va daryo bo'ylab ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishida shaxmat tartibida joylashishadi. Quyidagi rasmda ushbu ko'rinishlar keltirilgan. Bu o'zan tubi nanoslari tizimining suv bosgan qismi tepalikchalari daryoning sayoz qismini tashkil qilsa, pastki qismi daryoning bir xil chuqurlikdagi qismini tashkil qiladi. O'zan tubi nanoslari tizimining ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishi nafaqat nanoslar transporti qiyinlashgan davrlarda, balki tabiiy va sun'iy tarzda daryoda kechayotgan plandagi deformatsiyalar chegaralanganda ham ro'y berishi mumkin.



Rasm 2. O‘zandagi jarayonlarni tiplarga ajratish (Daryo o‘zanlari tasnifi prof.R.S.Chalov GGI)

3. Chegaralangan meandralanish ko‘rinishi-tipi Daryo oqib o‘tayotgan vohadagi tabiiy nishablikni nanoslar tashilishi uchun yuqoriligi daryoning planda qisman egrilanishiga sabab bo‘ladi. Bu egri bugriliklar oqim bo‘ylab pastga qarab sirpanib, daryo o‘zani egri-bugriliklar shakli va o‘lchamlari saqlangan holda planda deformatsiyalanadi. Daryo o‘zanining egri bugriligi qirrasining pastki qismini tashkil qiluvchi botiq qirg‘oqning bir qismi yuvilib, daryo o‘zanining egri bugriligi qirrasining pastki qismini tashkil qiluvchi qavariq qirg‘oqning bir qismida nanoslarning cho‘kishi kuzatiladi. Egri-bugriliklar tashkil topayotganda ikkinchi darajali qirg‘oqchalarga o‘xshab ketadigan plyajlar paydo

bo'ladi. Ikkinchi darajali qirg'oqchalar ma'lum bir qonuniyat asosida sirpansa, plyaj faqatgina egri bugrilik bilan birgalikda ko'chishi mumkin. Daryoning egri-bugriliklar aylanib o'tadigan qismi qayir massivi bo'lib, uning sirti oqim bo'ylab pastga nishablangan bo'ladi. O'zan tomondan qirg'oq tashqarisi tomonga nishablikka ega bo'ladi. Qayir massivi sirtida yollar-eski qirg'oqlarda to'dalanib qolgan qum uyumlari izlari mavjud bo'ladi. Ular planda daryo egri bugriligining qavarig'i pastki tomonini chegaralaydi. Qayir massivi kesimi bo'yicha asosan o'zan tubi nanoslari yirikligiga mos keluvchi gruntlardan iborat bo'lib, ustki tomoni suv oqimining toshqin davrida tarkibida mavjud bo'ladigan muallaqlashgan nanoslar yirikligiga teng gruntlar bilan qoplangan bo'ladi. Suv toshqini davrida o'zan qayir massivini kesib o'tib to'g'rilanadi, mejen davrida egri bugri shaklni egallaydi. Chegaralangan meandralanishda egri bugrilik koeffitsienti 1.2 ni tashkil qilsa, o'zan egri bugriligi qayrilishi 90^0 dan katta bo'lmaydi.

4. Erkin meandralanishi. Bu jarayonda o'zan egri bugriligi qayta shakllanishning yopiq siklini o'tadi. Bunda o'zan to'g'ri chiziq ko'rinishdan egrilanishni va asimmetrikligini bosqichma bosqich oshira borib, xalqasimon ko'rinishni egallaydi. Keyin bo'yin qismini oqim yorib o'tadi va deformatsiya jarayoni qaytadan boshlanadi. Meandralanishning boshlanishida qayrilish burchagining 75^0 qiymatida ham sirpanish mavjud bo'ladi, lekin bu burchak 120^0 - 135^0 bo'lganda sirpanish batamom to'xtaydi. Burchak kattaligi 240^0 - 270^0 ga yetguncha o'zan qayrilgan joyda qayirma harakat qayt etilgan nuqta atrofida davom etadi. Keyin oqim o'zanni yorib o'tishi kuzatiladi. Eski egri bugrilik daryo o'zandan ajralib, qayirdagi ko'lchaga aylanib qoladi.

Erkin meandralanish amalga oshirishining asosiy sharti vohada qiyalanish bo'lmasligi kerak, ya'ni keng tubga ega bo'lishi kerak. Bunda meandralanish belbog'i-poyasi vohaning bir tomondagi qiyaligidan ikkinchi tomondagi qiyaligiga tez tez o'tib turadi. Bu jarayonda bir necha qayir massivlari paydo bo'ladi. Bu jarayonda bir necha o'zan egri bugriliklari paydo bo'lib, ularning alomatlari bir biriga o'xshash bo'ladi, bu egri bugriliklar majmuasi butun yaxlit ko'rinishdagi morfologik tuzilmalarni tashkil qiladi. Bu massivlar sirti nishabligi oqim bo'ylab pastga va o'zandan voha qiyaliklari tomonga yo'nalgan bo'ladi.

5. Tugallanmagan meandralanish. Drayo o'zani va qayirda o'zan tubi nanoslar va muallaqlashgan nanoslar yirikliklari o'rtasida keskin farq mavjud bo'lib, qayirni suv bosgan sharoitlarda rivojlangan erkin meandralanish sikli o'zanning rostlovchi oqim paydo bo'lishi tufayli tuxtashi mumkin. Agar qayir oqimining chuqurligi katta qiymatga ega bo'lsa, bu jarayon meandralanishning boshlanish davrida ham ro'y berishi mumkin. Ayrim paytlarda plyajlarni ham suv bosishi mumkin. O'zan egri bugriligini rostlovchi oqimlar sekin asta paydo bo'la boshlaydi. Dastlab suv toshqini davrida paydo bo'ladigan rostlovchi oqim shakllanib

bo'lgandan keyin mejen davrida ham paydo bo'ladi. Eski asosiy o'zan ishdan chiqadi va rostlovchi oqim yuqorida ta'kidlangan butun siklni qaytara boshlaydi. Demak, tugallanmagan meandranish siklida o'zanning ikki bo'lakka bo'linishi kuzatiladi. Bu sikl almashishi jarayoni bir necha o'n yilliklar davom etishi mumkin. O'zanni rostlanishi oqimning nanoslarni tashishini qaytadan tashkil qiladi.

6. Qayir ko'p tarmoqlanishi. Bu jarayon tugallanmagan meandranishning rivojlangan ko'rinishidir. Bir necha seriya rostlovchi oqim ochgan rostlovchi irmoqlar va ularni tutashtiruvchi ikkilamchi paydo bo'lgan irmoqlar tarmog'i qayir ko'p tarqoqlanishini paydo qiladi. Qayir massivlarni rostlovchi katta uzunlikka ega bu ko'rinish asosan katta daryolarning pastki sohalarida paydo bo'ladi. Masalan Amudaryoning Chordou Gidropostiga yaqin sohada Qayir tarmoqlanishini guvohi bo'lishimiz mumkin. Har bir tarmoq alohida shakllanib, rivojlanadi. Ularda orolchalar, ikkinchi darajali qirg'oqchalar, egri bugrilanishlar, o'zan tubi nanoslari tizimi harakati paydo bo'lishi mumkin. O'zandagi nanoslar to'plami bilan irmoq bekilishi holatlari ham bo'ladi. Bunda irmoqlar qurib, deformatsiya tiklanishi kuzatiladi.

7. O'zan tarmoqlashi. Bunday holat daryoda harakatlanayotgan suv oqimi nanoslar bilan to'yingan bo'lib, daryo o'zani tubi nishabligi bu nanoslar miqdorini tashishga qodir bo'lmay qolganda ro'y beradi. Daryo oqim tarkibidagi barcha nanosni tashishi uchun o'z kengligini kattalashitirishga majbur bo'ladi. Lentasimon o'zan tubi nanoslarining tepalikchalari qurishi natijasida o'zan tarmoqlanadi. Agar tepalikchalar balandligi unchalik baland bo'lmasa, orolchalar paydo bo'lishi mumkin. Bu balandliklarga oqim tarkibidagi nanoslarning kelib cho'kishi va ularning o'lchamlarini oshishi orollarni paydo qiladi. Agar o'zan tubi nanoslari tizimining tepalikchalari balandligi oshmay, ularni suv oshib o'tib tursa, o'zan o'z vaziyatini tez tez o'zgartirib turadi. Demak, o'zan ko'p tarmoqlanishida uchta ko'rinish mavjud bo'ladi. O'zanning o'z vaziyatini tez tez o'zgartirishi, o'zanda orolchalar paydo bo'lishi va o'zanda orollarni paydo bo'lishi. Bu holatni Amudaryoning Qarshi magistral Kanaliga to'g'onsiz suv olish innshooti YuBda va Kerki gidroposti sohasida kuzatish mumkin.(rasm)

Har qanday klassifikatsiyalashni qaraganimizda uning o'ziga xos alomatlariga egaligini ko'rdik. Ushbu Professor R.S.Chalov klassifikatsiyasida asosiy alomat sifatida o'zan nishabligi va suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati parametrlari qabul qilingan. Bu klassifikatsiya-tasnifda shu tomonlarni e'tiborga olib, ta'kidlash mumkinki, nanoslar harakatining lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi harakatidan qayir ko'p tarmoqlanishiga o'tishda o'zan tubi nishabligiga e'tibor kamaygan bo'lsa, o'zan ko'p tarmoqlanishida suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati kamayib borganligini e'tirof etish mumkin. Suv oqimining yuqori darajadagi tashuvchanlik qobiliyati o'zan nishabligi oshishi bilan emas, nanoslar

ko'chishi frontini kengaytiruvchi o'zanning kengligi va kundalang kesimining oshishi bilan bog'liqligi mavjud bo'lgan.

Bundan tashqari o'zandagi jarayonlar ko'rinishi nanoslarni orolchalar paydo bo'lib, ikkinchi darajali qirg'oqchalar paydo qilib, o'zan tubi nanoslar tizimi paydo qilib harakatlanishida daryo o'zani mezoshakllari harakati bilan belgilansa, boshqa hamma holatlarda o'zan makroshakllari bilan belgilanadi. Shu sababli, o'zan tubi nanoslar tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqchalar harakati gidravlik usullardan foydalanib o'rganilsa, qolganlarini o'rganishda butun havza xarakteristikasini inobatga olib o'rganishga to'g'ri keladi. Havza xarakteristikasi, bular nanoslar oqimi miqdori, suv oqimi miqdori, chegaralovchi shartlardir.

2.7. O'zandagi jarayonlarning lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqchalari ko'rinish-tiplari

2.7.1. O'zandagi jarayonlarning boshqa ko'rinishi bilan lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi moslashishi. O'zandagi jarayonlarning lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi

O'zandagi jarayonlarning lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi ko'rinishi va uning hozirgi davrgacha aniqlangan qonuniyatlari bilan tanishamiz. Bu harakatda lentasimon nanoslar izimi o'zanning butun kengligini egallab, zanjir shaklida oqim bo'ylab pastga harakatlanadi. Daryo o'zani planda egi bugri bo'lib, o'zan tubidagi nanoslar tizimi qirg'oqqa tomon surilib, unda o'tirib qolmaydi. Qayir bu jarayonga ta'sir qilmaydi va u jaryonning bu ko'rinishida paydo bo'ladigan deformatsiyalarning mahsuli hisoblanmaydi. O'zan tubi nanoslari planda tilning shaklida bo'ladi. Tepalikchalarining eng baland belgisida oqim bo'ylab pastga cho'zilgan qumlar cho'kishidan hosil bo'lgan strelkalar bo'ladi. Bu o'zan tubi nanoslarining ustki qismida harakatlanib sirpanayotgan mikroshakllar mavjud bo'ladi. Nanoslar ko'p miqdorda oqib, o'zan tubi nanoslari tizimining tepalikchalar qurishi mumkin, lekin orolchalar paydo qilmaydi. Bu tipdagi nanoslar harakati butun daryolar o'zanlarida keng namoyon bo'lmaydi, balki daryoning ma'lum bir uzunlikdagi uchastkalarida harakatni paydo bo'lishi uchun qulash shart sharoitlar mavjud bo'lgandagina paydo bo'lib, butun yil bo'yi davom etadi. Bunday sharoit daryoning yuqorigi oqimlarida vaqtinchalik mavjud bo'ladigan egri-bugrilik sohalarida, kanallar o'zanlarida bo'lishi mumkin. O'zan tubi nanoslari tizimi sirpanib harakatlanganda, dastlab pastki qismi, keyin tepalikcha va oqimni qarshi olayotgan qiya tomoni har qanday daryo o'zani kesimidan o'tadi. Demak, o'zan tubi tepalikcha balandligi amplitudasiga teng bo'lgan tebranishlarga uchrab turadi. Bundan tashqari suv toshqini davrida o'zan tubi

nanoslari tizimi tepalikchalariga oldingi qatorning pastki qismidagi nanoslar kelib o'tirishi, suv oqimi sathi pasayganda ularning yuvilishi va sirpanib, oqim bo'ylab tepalikdan tushishi natijasida ham o'zan tubi balandlik belgisida tebranishlar mavjud bo'lishiga sababchi bo'ladi. O'zandagi jarayonlarning o'zan tubi nanoslari tizimi ko'rinishidagi deformatsiyalanishida asosiy miqdoriy xarakteristikalari quyidagilardir:

Tizimning ikki qatori orasidagi masofa *o'zan tubi nanoslari tizimi qadami* - l ;

Tepalikchanning patki asosidan o'rtacha balandligi- *o'zan tubi nanoslari tizimi balandligi* - Δ ;

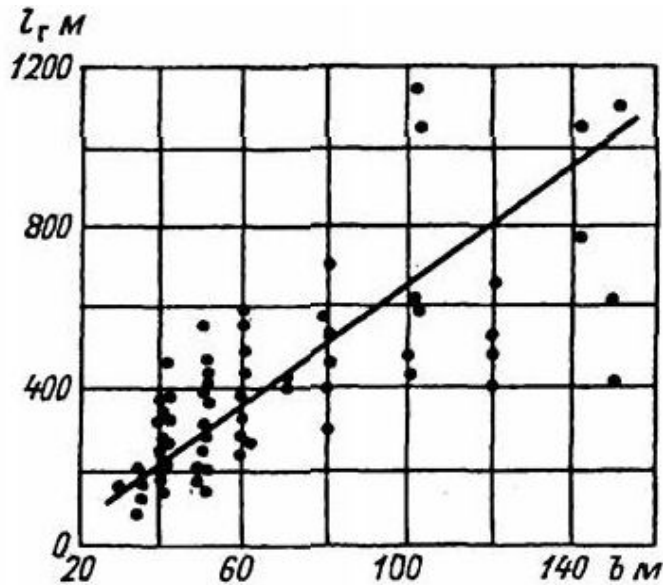
Tepalikchanning ko'chishi tezligi *o'zan tubi nanoslari tizimi tezligi* - ;

Daryo o'zani qirg'og'ining mejen davridagi kengligi *o'zan kengligi* - ;

Daryodagi suv oqimining qirg'oqlari bilan tutashgan chizig'lari o'rtasidagi masofa- *daryo kengligi* - b ;

Daryo o'zani tubida harakatlanayotgan o'zan tubi nanoslari tizimining tezligi daryodagi bir gidrologik sikl uchun turli davrlarda olingan aero-foto s'emkalarini taqqoslash orqali aniqlanadi.

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida daryo o'zanining biror kesimida oqim chuqurligini o'zgarishi aniqlanadi, o'zan tubi nanoslari sarfi hisoblanadi, nanoslar tizimining vaqt va fazoda turg'unlik darajasi baholanadi. Bu ma'lumotlar bazasining ko'pligi o'zan tubi nanoslari tizimini baholash uchun zamaonaviy statik usullarni qo'llash imkoniyatini beradi. Bu yo'nalishda Ob daryosining 276 km uzunlikdagi 430 ta o'zan tubi nanoslari tizimining tahlili natijalarini ko'rib chiqishimiz mumkin. Bu tahlillar natijasida o'zan tubi nanoslari tizimi qadami va nisbiy qadam $\left(\frac{l}{b}\right)$ ta'minlanganlik grafigi quyidagi ko'rinishda olingan.



Rasm 2. O‘zan tubi nanoslar tizimi qadamining o‘zan kengligiga bog‘liqlik grafigi

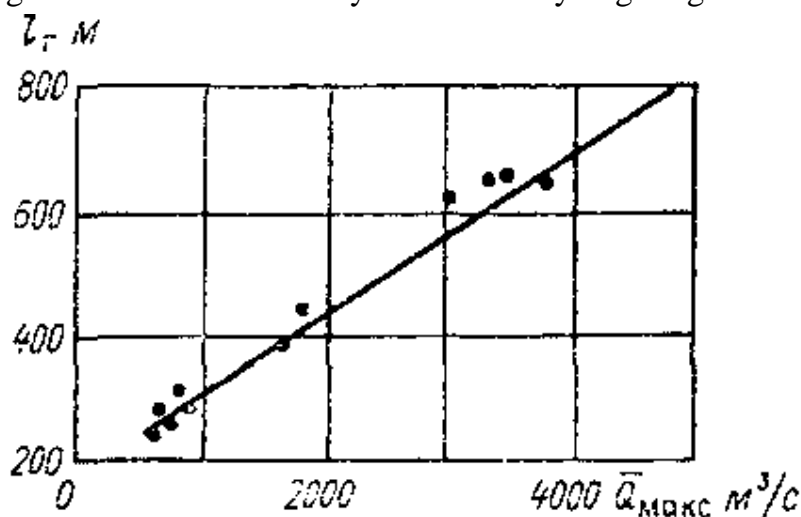
Hozirgi davrgacha o‘zandagi jarayonlarning lentasimon-o‘zan tubi nanoslari tizimi ko‘rinishi uchun quyidagi qonuniyatlar aniqlangan:

1. O‘zan tubi nanoslari tizimining qadamlari o‘zgarishi variatsiya koeffitsienti o‘rtacha qiymati $v = 0,37$

Bo‘lib, bu kattalik 0,27-0,50 oraliqlarda o‘zgaradi;

2. Ehtimollarning 50% ida o‘zan tubi nanoslari tizimi qadami $l = 8$; 25% holatda $l = 9,4$; 95% holatda $l = 6,8$; munosabatni tashkil etgan;

3. O‘zan tubi nanoslari tizimining qadami kattaligi o‘zan kengligi va oqimning sarfiga bog‘liq. Birinchi bog‘liqlik yuqoridagi rasmda keltirilgan bo‘lsa, keyingi bog‘liqlik quyidagi rasmdagi grafikdan yaqqol ko‘rinib turibdi. Bu vaziyatda biz o‘zanni shakllantiruvchi oqim sarfi tushunchasi bilan batafsilroq tanishishimiz kerak. Chunki, grafikdan ko‘rinib turibdiki, o‘zanda harakatlanayotgan suv oqimining sarfi o‘zan morfometriyasi bilan uzviy bog‘langan.



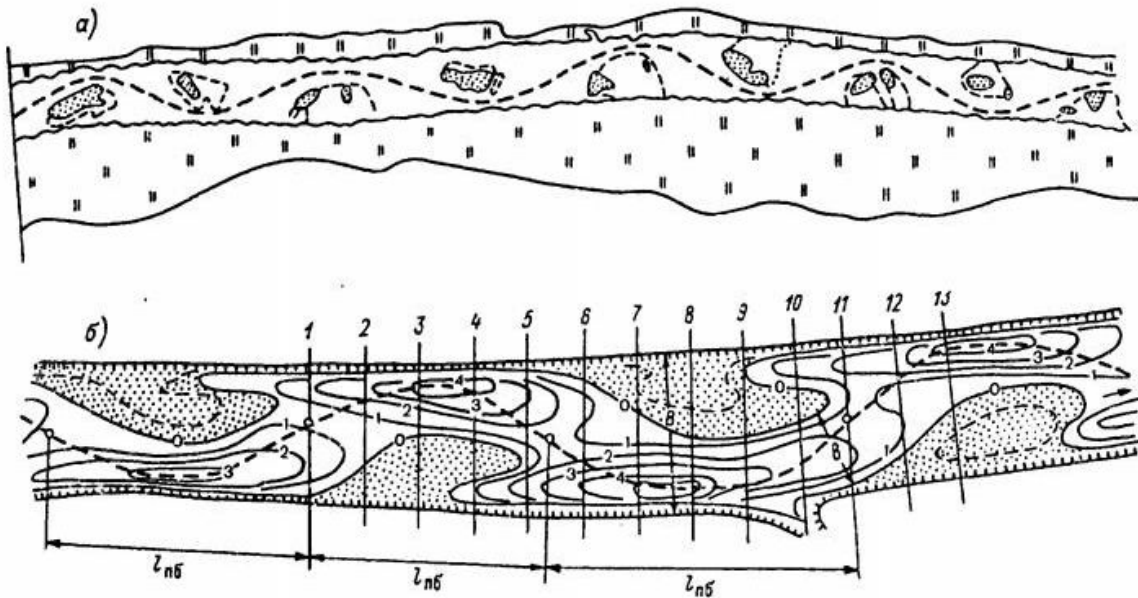
Rasm 2. O‘zan tubi nanoslari tizimi qadamining o‘zanda suv oqimining o‘rtacha maksimal sarfiga bog‘liqligi grafigi

O‘zanni shakllantiruvchi sarf tushunchasi ancha nisbiy xarakterga ega. V.G.Glushkov o‘tgan asrning birinchi o‘n yilliklarida o‘zanni sarf deganda o‘zan mejen qirg‘og‘idan oshib, qayirga kirgandagi suv oqimi sarfini tushunish mumkin degan taxminni taklif etgan. Lekin o‘zan morfometriyasining murakkabligi, sarfning bir qiymatida o‘zandagi morfologik jarayonlar va ko‘rinishlar shakllanadi degan xulosa noto‘g‘riligini ko‘rsatadi. Hozirgi zamondagi deformatsion jarayonlarga bo‘lgan qarashlardan kelib chiqib, o‘zanni shakllantiruvchi sarf deganda shunday sarf tushunilishi kerakki, bu sarfda o‘zandagi deformatsion jarayonlarni belgilovchi morfometrik shakllar tashkil topishi kerak. Bu tushunchaning talqini o‘zandagi jarayoning har qaysi ko‘rinishi uchun turlicha sarf kattaligi mavjud bo‘lishi kerak

degan asosni yaratadi. Bunda sarfni miqdoridan tashqari uning shu qiymati o'zandan oqib o'tishi davri ham muhim o'rin tutadi. O'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishidagi o'zandagi jarayonlar davrida mezoshakllar suv toshqini davrida paydo bo'ladi. Shu sababli, morfologik shakllarning o'lchamlarini yuqoridagi grafikda keltirilganidek, sarfning maksimal qiymatlarining o'rtacha qiymatiga bog'lash maqsadga muvofiqdir. Keltirilgan grafik o'zan tubi nanoslari tizimining qadami oqim sarflarining maksimal qiymatlarining o'rtacha kattaligi oshishiga proporsional ravishda o'zgarishini ko'rsatadi. Demak, o'zanda harakatlanayotgan suv sarfining o'zanni o'zgartira oladigan kattaligi o'zanni shakllantiruvchi sarf masalasi hali o'zining mantiqiy yechimini topgani yo'q.

2.7.2. O'zandagi jarayonlarning ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishi.

O'zandagi jarayonlarni bu ko'rinishini karta va aerofoto s'yemka materiallarida tanlab olish uchun qadami daryo o'zani kengligidan katta bo'lgan mezoshakllar zanjiridan foydalaniladi. Bu ko'rinish lentasimon ko'rinishdan farqli o'laroq, ularning qirralari o'zan o'rta chizig'iga nisbatan qiyalangan bo'lib, yonma yon yarim orolchalar qiyaligi quyidagi rasmda keltirilganidek, bir biriga teskari yo'nalishda bo'ladi.



Rasm 2. O'zandagi jarayonlarning ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishi: a) ikkinchi darajali qirg'oqchalar mavjud daryoning uchastkasi umumiy ko'rinishi; b) qirg'oqchalar mavjudligida o'zanning tuzulishi; $l_{q.qadam}$ – ikkinchi darajali qirg'oqchalar harakatlanishi qadami;

Mejen davrida bu qirg'ochalarning yuqori balandlik belgisiga egalari o'zan qirg'og'ida shaxmat tarzida joylashib, qum uyumchalarini tashkil qilib quriydi. O'zan tubi nanoslari tizimi bu uyumchalar hisobiga egrilangan mejen o'zani bilan chegaralanadi. O'zan tubi nanoslari tizimining past qismi sayozlikni tashkil qilib, ular ikkinchi darajali qirg'ochalar bilan sistemali ravishda oqim bo'ylab pastga sirpanib boradi. Qayirlar deyarli paydo bo'lmaydi, paydo bo'lganlari ham oldingi o'zarlardan meros qolganlari hisoblanadi. Ikkinchi darajali qirg'ochalar ko'rinishidagi jarayonlarda deformatsiya oqim bo'ylab o'zanning pastga sirpanishida namoyon bo'ladi. Bunda ikkinchi darajali qirg'ochalar suv toshqini davrida o'z balandligini oshiradi, suv sathi pasayganda sekin yuvilish hisobiga balandligi kamayadi. O'zan tubi nanoslari tizimining pastki qismi- podvali suv sathi oshganda chuqurlashib, sath pasayganda nanoslar bilan ko'milishi kuzatiladi. Suv ostida qolgan ikkinchi darajali qirg'ochalar ustida esa makroshakllar harakati kuzatiladi. Ikkinchi darajali qirg'ochalar mavjud bo'lganda mejen o'zan egrilanuvchi bo'lib, qirg'oqning bu qoshlari surilishi kuzatilishi kerak, lekin u amalga oshmaydi. Chunki yuvilish paydo bo'lgan sohalarga ikkinchi darajali qirg'ochalar sirpanib, kiradi va qirg'oqni yuvilishdan himoya qiladi. Bu ikkinchi darajali qirg'ochalar sirpanishi sekinlashib, to'xtab qolishi bir necha yillar davom etadiga suv taqchilligi davrida bo'lishi mumkin. Bunda ular sirtida turli o'simliklar o'sib chiqadi, o'zandagi jarayonlar chegaralangan meandralanishi ko'rinishiga o'tadi.

Ikkinchi darajali qirg'ochalarni o'zan tubi nanoslari tizimi bilan bog'liqligini aniqlash morfologiya nuqtai nazaridan daryoning sayoz uchastkasini paydo bo'lishini tushuntirishi mumkin. O'zandagi jarayonlarning o'zan tubi nanoslari tizimi ko'rinishidagi deformatsiyalanishida asosiy miqdoriy xarakteristikalari quyidagilardir:

Ikkinchi darajali qirg'ochalari orasidagi masofa ikkinchi darajali qirg'ochalar orasidagi masofa $-l$;

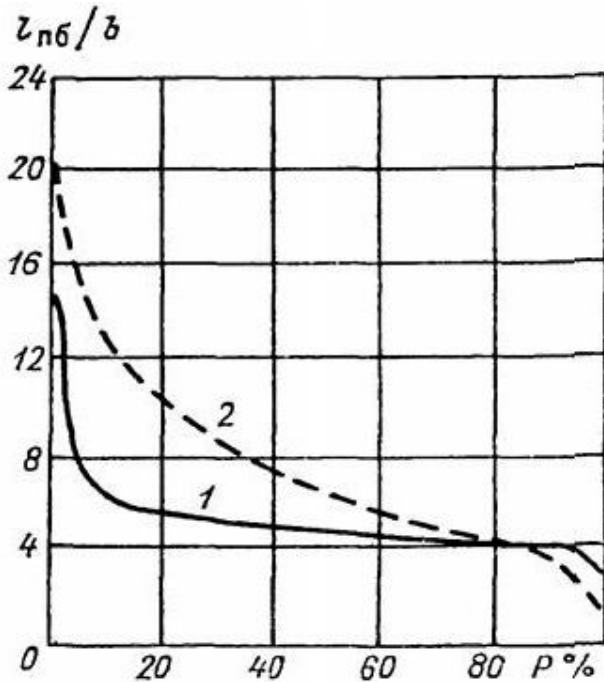
Qirg'ochaning patki asosidan o'rtacha balandligi- $-\Delta$;

Ikkinchi darajali qirg'ochalarning ko'chishi tezligi $-$;

Daryo o'zani qirg'og'ining mejen davridagi kengligi ***o'zan kengligi*** $-$;

Daryodagi suv oqimining qirg'oqlari bilan tutashgan chizig'lari o'rtasidagi masofa $-$ ***daryo kengligi*** $-b$; Bu so'nggi ikki kattalik o'zan tubi nanoslari miqdorini baholashdagi muhim kattaliklar hisoblanadi. l ; B ; b – kattaliklar lotsman kartalari yoki aerofotos'yomka materiallari tahlili natijasida aniqlansa, Δ – kattalik daryo bo'ylama profilining materiallari yordamida aniqlanishi mumkin. $-$ kattalik o'zanning mejen davrlarining turli vaqtlarga mos keluvchi materiallarini taqqoslab, ularda o'zan bukilgan joylarida kengligini ko'chishidan aniqlanadi. Bu so'nggi ikki kattalik o'zan

tubi nanoslari miqdorini baholashdagi muhim kattaliklar hisoblanadi. Ikkinchi darajali qirg'oqchalarni o'rganish bo'yicha tadqiqotlar Visla va Oka daryolarida o'tkazilgan bo'lib, ularning natijalari ikkinchi darajali qirg'oqchalarning nisbiy qadami ancha turg'unligi ma'lum bo'ldi. Bu ikki daryo uchun nisbiy qadamlar qiymati turlicha kattaliklarga egaligini tadqiqotlar natijalari ko'rsatdi. Chunki Veslar daryosi qirg'oqlari mustahkamlangan bo'lib, ikkinchi darajali qirg'oqchalar nisbiy qadamlari ta'minlanganligi egriligi turg'un xarakterga ega va ikkinchi darajali qirg'oqchalar daryo uzunligi bo'ylab tekis almashib keladi. Oka daryosi esa tabiiy rejimda bo'lib, uning plandagi ko'rinishida egriliklar mavjud bo'lib, ular ikkinchi darajali qirg'oqchalarning sirpanishiga qarshilik ko'rsatadi. Har ikkala daryoda o'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga asosan qurilgan ikkinchi darajali qirg'oqchalar nisbiy qadamlari ta'minlanganligi egriligi grafigi quyidagi rasmda keltirilgan.



Rasm 2. Ikkinchi darajali qirg'oqchalar nisbiy qadamlari ta'minlanganligi egriligi

Bu daryolarda harakatlanayotgan o'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqchalar nisbiy qadamlari qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan

Ko'rinishi	Ta'minlanganlik, %		
	5	0	5
O'zan tubi nanoslari			

tizimi	.4	.0	.8
Ikkinchi darajali qirg'ochalar	.4	.0	.6

Ikkinchi darajali qirg'ochalar nisbiy qadamlari esa quyidagi jadvalda jamlangan

r	Daryola	Ta'minlanganlik, %	
		50	75
	Visla	4.6	4.2
	Oka	6.0	4.6

Ikkinchi jadvaldagi qiymatlarning bir biriga yaqinligi, daryolarda harakatlanayotgan o'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'ochalar paydo bo'lishi xarakteri umumiylikini isbotlaydi.

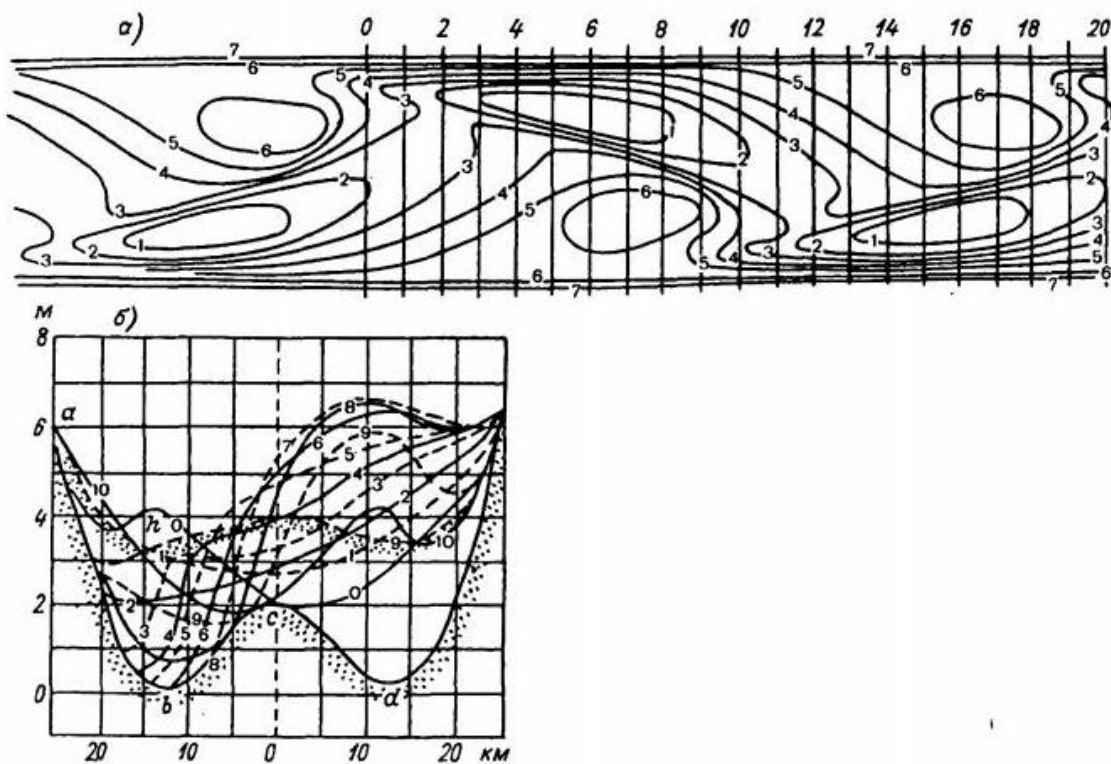
Demak, o'zan tubi balandligi belgisini o'zgarishini baholashda uning mavsum davomida o'zgarishi, o'zan tubi nanoslari tizimi balandligini inobatga olish bilan birgalikda uning ustki sirtida harakatlanayotgan mikroshakllar balandligini ham hisobga olish kerak.

2.7.3 O'zan tubi nanoslari tizimini va ikkinchi darajali qirg'oqlarni hisoblashning gidromorfologik usuli

Bu ikki o'zan tubi nanoslari harakati rivojlanishi qonuniyatlarini bilish ularni hisoblashning gidromorfologik usullarini yaratish imkoniyatini berdi. O'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqlar qadamlari to'rg'unligi ularning balandligi ham to'rg'un bo'ladi degan taxmin qilish imkoniyatini berdi. Ularning sirpanishi oqibatida suv oqimining daryo o'zanidagi chuqurligini o'zgarishi quyidagicha aniqlanishi mumkin.

Daryoning izobatali planidan ikkita bir biri bilan qo'shni bo'lgan o'zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg'oqlarini o'ziga olgansoha tanlanadi. Har bir o'zan tubi nanoslari tizimi yoki ikkinchi darajali qirg'oqlar uzunligi bo'ylab, 6-8 ta kesim tanlanib, ularning kundalang kesimlari chiziladi va ular o'zanning o'rtacha chizig'i bo'yicha o'zaro birlashtirilib joylashtiriladi. Grafikdagi pastki egilish

o‘zanning shu kesimdagi chegaraviy yuvilishini ko‘rsatadi. Yuqoridagi egilish eng yuqorigi balandlik belgisini ko‘rsatadi.



Rasm 2. O‘zandagi jarayonlarning ikkinchi darajali qirg‘oqchalar ko‘rinishida o‘zan tubi nanoslari miqdorini aniqlash sxemasi: a) daryo uchastkas plani; b) birlashtirilgan kundalang kesimlar; v) *a,b,c,d*-o‘zan tubi deformatsiyalanishi egriliklari.

Yuqorigi va pastgi egriliklar orasidagi yuvilish maydoni harakatlanayotgan allyuviylar qalinligini belgilaydi. Mezoshaklning sirpanish tezligini bilsak, o‘zan tubi nanoslarini o‘zandagi jarayonlarning ushbu ko‘rinishda qanday miqdorda nanoslar tashiyotgan haqida ma’lumotga ega bo‘lamiz.

2.8. Meandralanish. Meandralanish haqidagi zamonaviy qarashlar

2.8.1. Meandralanishning umumiy xarakteristikasi

Aziz o‘quvchi, agar dunyodagi mavjud daryolarning aerofotos‘yomka materiallari bilan tashishganimizda e’tibor bersangiz, ularning asosiy qismi planda ilon izi kabi egri bugrillanishi kuzatiladi. Lekin ta’kidlash kerakki, daryolarning plandagi egrilanishi turli vaziyatlarda paydo bo‘lishi mumkin. Masalan, daryo yuvilmas tog‘ jinsidan iborat to‘siqni yengib o‘tadi. Amudaryo aylanib o‘tadigan Pulizindon qoyasi, Qarshi Magistral Kanalining kirish qismida joylashgan bo‘lib, daryo bu sohada egrilangan.

Amudaryo daryosining Duldulotlagan darasi Tuyamuyundan 53 km yuqorida joylashgan bo‘lib, har ikkala qirg‘oq ham 20 metr balandlikdagi qirg‘oqlardan iborat. Bu dara kengligi 350 metr bo‘lib, undan o‘tadigan Amudaryo o‘zani suv oqimi 20 mm yiriklikdagi nanoslarni tashiydi va qiziq tomoni bu kesim to‘rtburchak bo‘lib, daryo undan keyin ham bir necha km masofada tez yuviladigan gruntlarda oqishiga qaramasdan shu shaklni saqlab qoladi. Ta’kidlash lozim, oqim o‘z tarkibidagi nanoslar miqdorini ta’minlash uchun bu sohalada ham o‘zanni deformatsiyalaydi. Amudaryo o‘zani Panj daryosi quyilish stvoridan toki Taxotoshga borgunga qadar bir nechta xuddi shunday skalali qirg‘oqlar mavjud stvorlarga ega. (Toshguzar-Termez qashisida, orol orolchasi, Panj darasi-Kelif yaqinida va boshqalar).

Daraxtlar va turli o‘simliklar daryo qayirini va qirg‘oqlarini qalin egallaganda ham meandralanish chegaralanadi. Masalan, Tedjen daryosini Aulot stansiyasi yaqinidagi qayir va qirg‘oqlarini o‘simlik va daraxtlar qoplab, nafaqat daryo o‘zanini meandralanishini chegaralaydi, balki qirg‘oq xududini kengaytirib, daryo o‘zanini siqib borib, oqim tezligini oshishi natijasida o‘zandagi chuqurlik deformatsiyalarini oshishiga sabab bo‘lgan.

Amudaryo o‘zani qayirlari va qirg‘oqlari bo‘ylab Shobboz to‘qay va Baddiyto‘qay kabi bir qancha shunday daraxtlar o‘rmonlari mavjud bo‘lib, ular ko‘p holatlarda meandralanishni chegaralaydi. Lekin ayrim holatlarda chuqurlik bo‘yicha deformatsiya natijasida o‘zan 6-8 m chuqurlashganda bu daraxtlar ham meandralanishni to‘xtata olmagan holatlari kuzatilgan. Yoki Rossiya federatsiyasi xududidan oqib o‘tadigan daryolar turli botqoqliklarni aylanib o‘tadi. Bu botqoqliklarda chambarchas yuvilmas torflar yoki armaturalashgan o‘simliklar borki ularni daryo aylanib o‘tishga majbur. Daryo majburiy tarzda bu sohalarda egri bugrilanadi. Daryoning bu holatdagi ilon izi kabi egri bugrilanishi **majburiy menadralanish** deb yuritiladi. Majburiy mendralanish ma’lum bir qonuniyat yoki davriy xarakterga bo‘ysunmaydi. Uning ma’lum bir qonuniyat asosidagi xarakteristikalar mavjud bo‘lmaydi va bu mavjudligi zikr etiladi.

Agar daryoning boshqa sohalarida daryo ilon izi kabi egri bugrilansa va bu daryoning morfologik tuzilishini shakllantirib borsa bu jarayon tabiiy **meandralanish** deb yuritiladi. Bunda ularning rivojlanishi, rivojlanish tezligi, o‘zaro munosabati, geometrik o‘lchamlari ma’lum bir qonuniyat asosida amalga oshadi. Meandralanishning rivojlanishi degan iborani daryo o‘zaning egri bugrilanishini planda ko‘chishi degan ma’noda tushunishimiz mumkin. Meandralanish qonuniyatlarini bilish va uni amalga oshishiga ta’sir qiluvchi asosiy omillarni baholash zamonaviy gidrotexnika amaliyotining muhim masalasi hisoblanadi. Meandra so‘zining ma’nosi juda aniq egrilanishlarga ega Meandr daryosining

nomidan olingan. Meandralanishning hozirgi davrda aniq bir paydo bo'lish sababini ko'rsatuvchi qonuniyat kashf qilinmagan. Lekin ushbu masalada 30 dan ortiq gipotezalar mavjud bo'lib, ularni quyidagi guruhlariga ajratish mumkin:

1. Suv oqimining ichki xususiyatlari. Suv oqimining turbulent tartibdagi harakati ilgari ilganma, aylanma harakatlar majmuasi bo'lib, egrilanib harakatlanadi. Meandralanishni paydo bo'lishi Koriolis kuchlarinig suv oqimi harakatiga ta'siri ko'rsatiladi;

2. Suv oqimining to'siqlarni aylanib o'tishida ham o'zan meandralanishi mumkin;

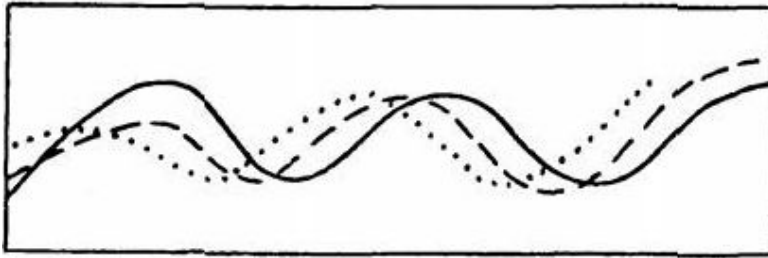
3. Suv oqimining noturg'un muvozanat vaziyati meandralanishni tasodifiy tarzda paydo qilib, keyingi bosqichlarda oqim impulsi ta'sirida ma'lum qonuniyat asosida davom etishi mumkin.

Gidromorfologik nazariya asoslariga asosan, o'zandagi jarayonlar ko'rinishi yoki deformatsion jarayonlar nafaqatsuv oqimining gidravlik xarakteristikasiga bog'liq, balki nanoslar transportining shakli bo'lib xizmat qiladi. Demak meandralanishni paydo bo'lish sabablari yuqorida to'liq ko'rsatilmagan. To'g'ri meandralanish suv oqimining noturg'un muvozanati va to'siqlar ta'sirida paydo bo'lishi mumkin, lekin nima uchun daryoning bir qirg'og'i yuvilsa, uning qarshisidagi qirg'oqqa nanoslar cho'kadi. Demak oqim tarkibida qarama qarshi qirg'oqqa cho'kadigan o'zan tubi va muallaqlashgan nanoslar bo'lib, ularning u yerda suvning yuqori sathni egallagan davrlari mustahkamlanishi uchun mustahkamlovchi o'simliklar ham bo'lishi kerak. Bu omillar mavjud bo'lgandagina daryoning meandralanishi mavjud bo'ladi.

Ushbu masaladagi asosiy omil bo'lgan daryo o'zani qirg'og'idan yuvilgan nanoslarni ikkinchi qirg'oqqa o'zatilishi mexanizimi oqim dinamikasi yoki muxandislik gidrologiyasi qonuniyatlari bilan aniq tushuntirilmaydi. Ularda bu jarayon oqimning ko'ndalang sirkulyasiyasi natijasida amalga oshishi izohlanadi. Kundalan sirkulyasiya daryo o'zani kengligi va suv oqimi chuqurligi bir biriga yaqin bo'lgan qiymatlarga ega bo'lganda amalga oshadi. Bu munosabat faqat kichik daryolarda bo'lishi mumkin. Lekin o'rta va katta daryolarda o'zan kengligini chuqurlikka nisbati 50-80 va hatto undan katta bo'lishi mumkin. Bunda daryoda bir necha parallel burama ko'rinisdagi oqim harakati kuzatilib, unda nanoslar bir qirg'oqdan ikkinchi qirg'oqqa uzatilishi mumkin emas. Z.M.Velikanova keng o'zanlarda tadqiqotlar o'tkazib, nanoslar qaysi qirg'oqdan yuvilsa, shu qirg'oqning boshqa sohasiga cho'kishini ta'kidladi.

2.9. Chegaralangan meandralanish

Asosiy prinsiplar. Deformatsiya sxemasi, qayir massivi va uning alomatlari. Meandralanishning bu ko'rinishi o'zan egri bugriligini ko'chishini eng sodda ko'rinishi hisoblanadi. Deformatsiya jarayoni oqim bo'ylab o'zanning pastga sirpanishi ma'lum qonuniyat asosida shakli va o'lchamlari o'zgarmagan tarzda amalga oshishi ko'rinishida namoyon bo'ladi.

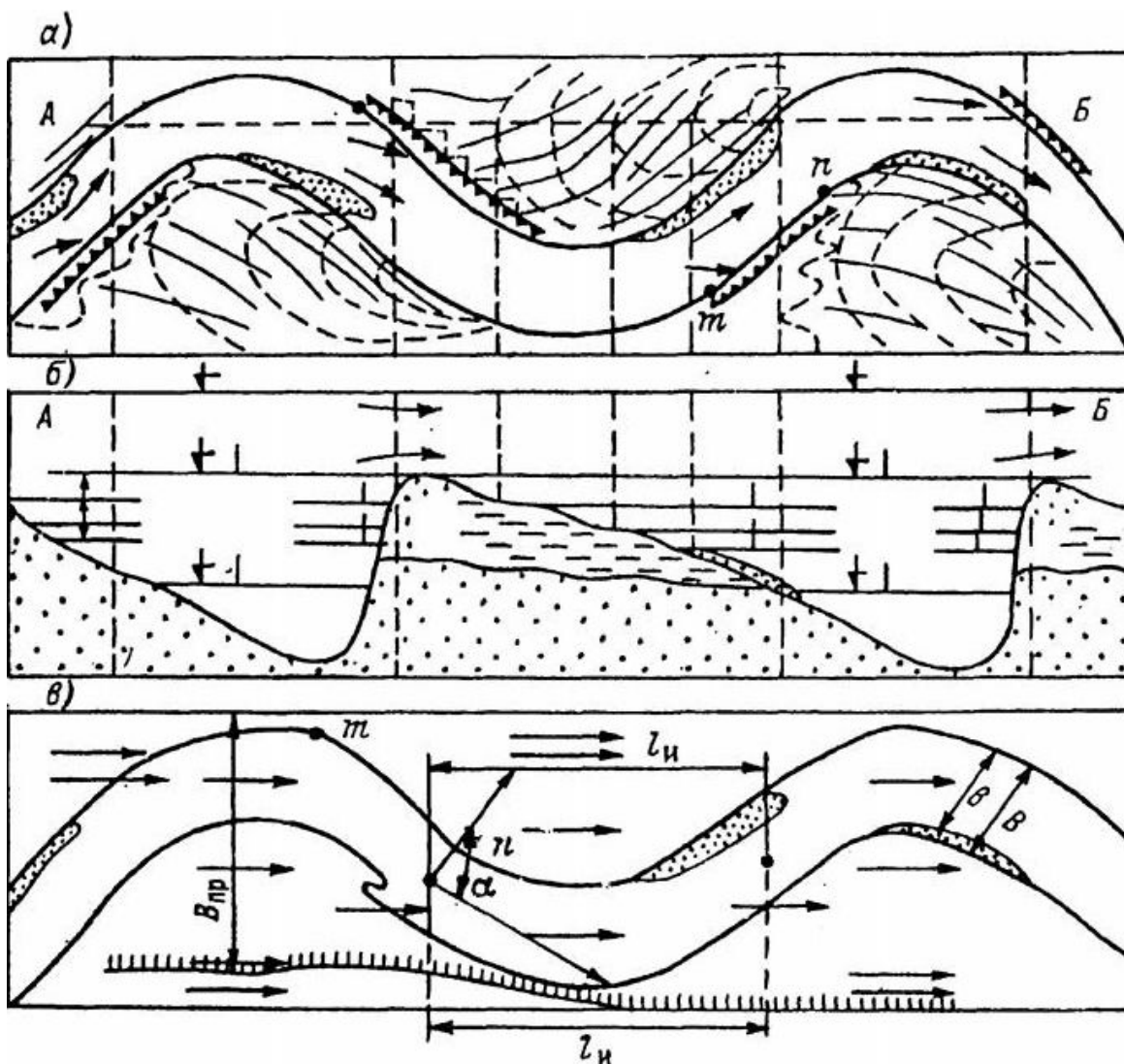


Rasm 2. Chegaralangan meandralanish sharoitida o'zanning deformatsiyalanishi sxemasi o'zan o'rta chizig'i ko'rinishida ko'rsatilgan.

Chegaralangan meandralanishni o'zandagi jarayonlarning ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishining nanoslar transporti qiyinlashgan sharoitlardagi rivojlanishi ko'rinishi sifatida qabul qilish mumkin. Bu qiyinlashish qirg'oqchalarni sirpanish jarayonini qiyinlashtirib, ularning ustki sirtiga muallaqlashgan nanoslarning cho'kishiga olib keladi. Bunda o'zan egriligi chegaralagan qayirni paydo qilib, u egri bugrilik ko'chayotganda oqim tomonida surib olib ketiladi. Ta'kidlash lozimki daryoning suv bosadigan qirg'og'i-qayir o'zandagi jarayonda muhim o'rin tutadi va uni o'zan egri bugriligi-makroshaklning bir elementi sifatida qabul qilinishi kerak.

Sirpanuvchi egri bugrilikning asosiy morfologik elementlari quyidagilardan iborat. O'zan o'qining egrilanish nuqtasida xuddi ikkinchi darajali qirg'oqchalardagi kabi o'zan nanoslari tizimi mavjud bo'ladi. Uning qurigan qismi qirg'oqchani tashkil qilsa, o'zan qabariq qismida plyajni hosil qiladi, bu plaj meandra bilan birgalikda sirpanishi mumkin. Har bir egri bugrilik yuqorigi va pastki sayozliklarga ega bo'ladi. Bu sayozliklar suv ostidagi o'zan tubi nanoslari tizimining balandliklari mavjud sohalar hisoblanadi. Bu sayozliklar orasida pastliklar mavjud bo'lib, ular daryoning chuqur joylari hisoblanadi. Bu chuqurliklar o'zan qabariq qirg'og'ining ostki qismida mavjud bo'ladi.

Qayir massivlari o'ziga xos morfologik tuzilishga ega bo'lib, u quyidagi rasmda keltirilgan:



rasm 2. Chegaralangan meandranlashda qayir massivi sxemasi: a) Relef sxemasi.suv toshganda suv bosishi uzuq chiziqchada ko'rsatilgan; b)bo'ylama profi A-V turli suv toshgan fazalarda suv sathi; v) suv maksimal darajada bosgandagi oqim plani; l –egri lanish qadami; α –qaytish burchagi; B –o'zanning shakllanishi belbog'i; B –o'zanning kengligi; b –o'zanning mejenlaridagi kengligi; $m-n$ –o'zanning yuviladigan qirg'og'i kengligi;

O'zan egri bugarligining qavariq qirg'og'ida qayir massivlari qirg'oq qum uyumlari bilan hoshiyalanadi. O'zan egri bugarligi sirpanganda bo'rtib chiqqan bunday qum uyumlarining bir nechasi paydo bo'ladi. Bu uyumlar seriyasi ko'chish yelpig'ichini tashkil qiladi. Yelpig'ichning eng keng qismi egri bugarlik uchida ko'proq hosil bo'ladi, botgan qismda uyumlar birlashib ketadi.

O'zan shakllarini miqdoriy baholash:

Chegaralangan meandralanishda egi bugrilikni deformatsiyalanishini miqdoriy baholash talab qilinganligi uchun quyidagi parametrlar kiritiladi:

O‘zanning meje davridagi o‘qining qo‘shni egrilanishlari nuqtalari o‘rtasidagi masofa- egi bugrilik qadami - l .;

Egi bugrilikning qadam chizig‘i va o‘zan mejen davri chizig‘iga egi bugrilikning egrilanish nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan qayrilish burchagi- α ;

Egi bugrilikning qadam chizig‘i va egi bugrilikning egrilanish yuqorigi nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan kirish burchagi- α ;

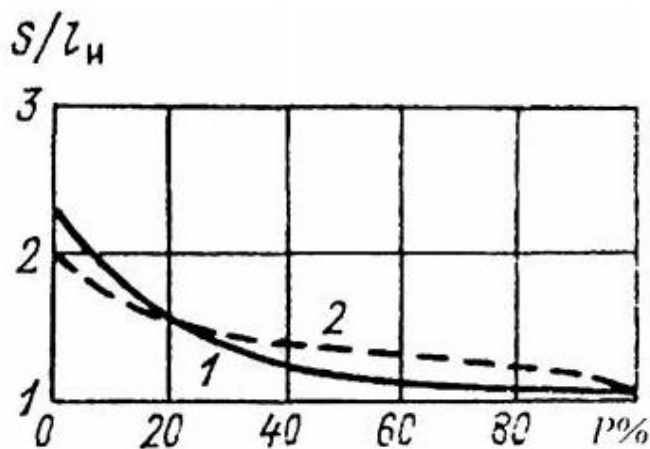
Egi bugrilikning qadam chizig‘i va egi bugrilikning egrilanishi pastki nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan chiqish burchagi- α ;

Kirish va chiqish burchaklari o‘rtasidagi farq β

Keltirilgan morfologik xarakteristikalar ikkinchi darajali qirg‘oqchalarniki kabi aniqlanadi.

Morfologik xususiyatlar

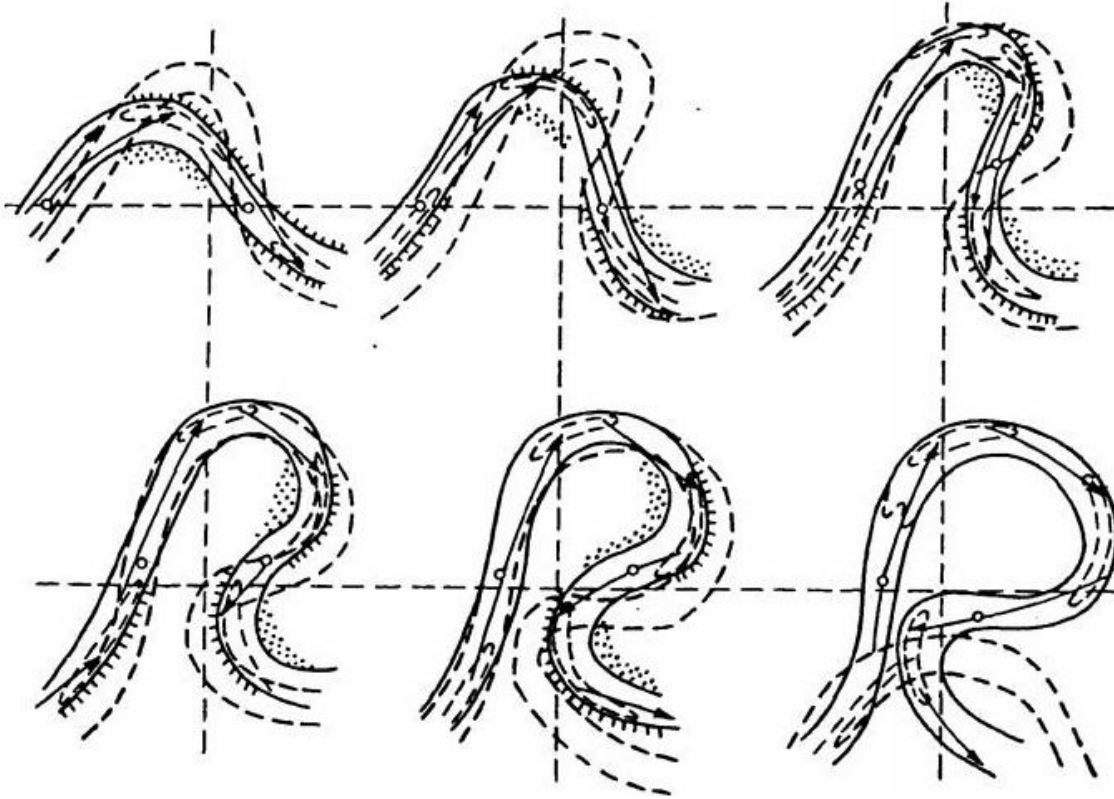
Yuqorida keltirilgan morfologik xarakteristikalar ta‘minlanganlik egriligi mavjud kuzatuv materiallari va ma‘lumotlari asosida Irtish va Oka daryolar uchun qurilgan bo‘lib u quyidagi ko‘rinishga ega.



Rasm 2. O‘zan egi bugriligi rivojlanishi xarakteristikasining ta‘minlanganlik egi bugriligi: 1-Irtish daryosi; 2-Oka daryosi

2.10. Daryo o‘zaning erkin meandralanishi

O‘zandagi plandagi deformatsion jarayonlarga boshqa ta’sirlar bo‘lmasa, daryo egri bugriliklari dastlab sirpanib ko‘chadi, keyin egrilik oshib o‘zan xalqasimon ko‘rinishga yaqinlashib qoladi va meandralinishning so‘nggi bosqichida egrilanish rivojlanib qarama-qarshi qirg‘oqlar yaqinlashi oqim o‘zanni ma’lum yo‘nalishda yorib o‘tadi:

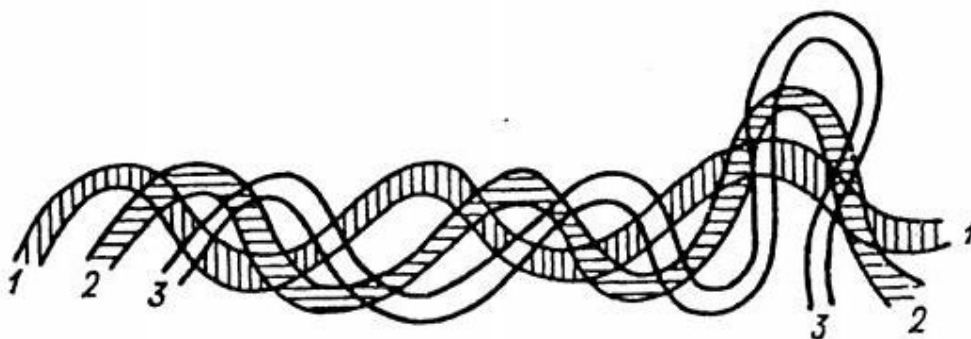


Rasm 2. Erkin meandralanish sharoitida o‘zan egri bugriligining bosqichma bosqich egallaydigan vaziyatlari

Erkin meandralanishda uning ko‘rinishi S- shaklni eslatishi rasmdan ko‘rinib turibdi.

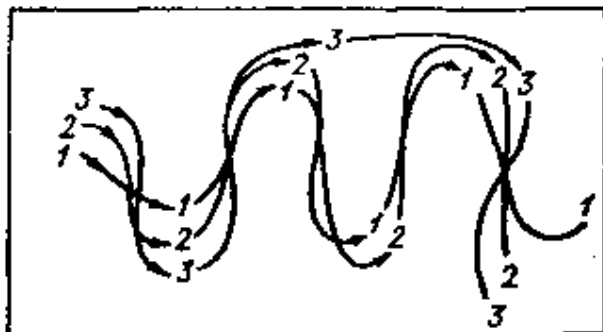
2.10.1. O‘zanni suv urganda deformatsiyalanishi. Daryo o‘zani yonma yon joylashgan egri bugriliklari o‘zaro ta’siri

Erkin meandralanish jaryonida plandagi deformatsiyalar notekis kechadi. Shu sababli, biri biriga yaqin joylashgan o‘zan egri bugriliklari turli darajada rivojlangan bo‘ladi. Bu vaziyat ularning o‘zaro ta’siri mumtahkam bo‘lishligini ko‘rsatadi.



Rasm 2. O‘zan joylashgan o‘zan egri bugarliklarining birlashib ketishi natijasida barmoqsimon egri bugarliklarning paydo bo‘lishi: 1,2,3-ketma ket egallangan vaziyatlar.

Bundan tashqari daryo o‘zani P-shaklida ham meandralanishi mumkin. Daryo o‘zanining P-shakldagi meandralanishi quyidagi rasmda keltirilgan.



Rasm 2. Daryo o‘zanining P shaklida egri bugarlanishi. 1,2,3 – ketma-ket egallangan vaziyatlar.

Daryo o‘zanining meandralanish jadalligiga, unda paydo bo‘ladigan sayoz va chuqur uchastkalar xarakteriga meandralanish poyasining ta‘siri bo‘ladi. Agar meandralanish poyasi o‘zan tubini kesib o‘tsa, egri bugarliklar guruhi suv toshqini davrida daryoni rostlash davrida katta harakatlanish tezligiga ega bo‘lmaydi. O‘zan suv oqimini 90^0 burchak ostida kesib o‘tganda tezlik nolgacha kamayib, oqimning yuvuvchanlik qobiliyati sekinlashib ketadi. Bu masala hozirgi davrgacha to‘liq o‘rganilmagan. Bu masalani o‘rganish uchun daryo o‘zanlarining aniq bir uchastkasida sodir bo‘layotgan meandralanish jarayonlari aks ettirilgan turli davrlardagi aerofotos‘yomka materiallari kerak.

2.10.2.O‘zan qirg‘og‘ining botiq sohasini yuvilishi hususiyatlari

Daryo egri bugarligining yuvilish sohasi uning baland joyiga to‘g‘ri keladi va uzoq masofalarni egallashi mumkin. Daryo o‘zani egri bugarligining yuvilishi uning

oldi-orqa sohasidan boshlanishi mumkin, ayrim vaziyatlarda uning egri bugriligi uchiga mos kelishi mumkin. Daryo o‘zanining botiq sohasi surilishi daryo o‘zaning qarama qarshi tomonidagi qavariq sohasida nanoslar to‘planishiga sabab bo‘ladi. Bu sohada suv oqimining tezligi kamayadi, botiq sohada tezlikning oshishi kuzatiladi. Bu sohaga oqim tarkibidagi mikroshakllar yig‘ila boshlaydi va plyaj kattalashadi. Botiq sohaning yuvilishi oqim dinamik oqining bu tomonga qarab o‘zgarganligi sababli jadal davom etadi. Oqim o‘z harakat yo‘nalishini rostlashda endi qavariq qirg‘og‘ni yuva boshlaydi. Nanoslar to‘plami esa endi botiq sohada yig‘ila boshlaydi. Bu holat davriy ravishda takrorlanmasada, suv toshqini bo‘lganda ro‘y beradi. Bu daryo o‘zanlarida ro‘y berayotgan jarayonlarni ko‘rinishini shakllantirishda muhim o‘rin egallab va ularning qonuniyatlari bilan chambarchas bog‘langan bo‘ladi.

2.10.3.Egri bugrilikning qabarik sohasida plyajlarning shakllanishi.

Botiq sohaning yuvilishi oshib uning siljishi, o‘zan qarama-qarshi tomonida oqim tezligi kamayishiga olib keladi. Tezlikning kamayishi oqim tarkibida harakatlanayotgan o‘zan tubi nanoslari tizimining qabariq sohada tuplana boshlashini taminlaydi. Bunda qabariq sohada plyajni rivojlanishi endi botiq sohada yuvilish jarayonini tezlashishiga ko‘maklasha boshlaydi. Plyajni mezoshaklni egr bugri sohadagi ko‘rinishi sifatida qaralishi mumkin. Shu sababli, plyajning kundalang kesimi, o‘zan tubi nanoslar tizimining shaklini saqlab qoladi. Plyajning o‘zan tomoni qayir tomoniga nisbatan tikroq bo‘ladi. Plyaj bo‘ylab uning qirralari joylashib, ular ustki sirtida burtib chiqqan novdalar ko‘plab paydo bo‘ladi va bular oqim tarkibidagi nanoslarni ushlab qola boshlaydi. Bu nanoslar tuplanishi toki botiq soha yuvilib, yangi o‘zan tubi nanoslari tizimi shakllanguncha davom etadi. Eski tizim qayir tomonda yashirinib qoladi. O‘zan tubi nanoslari tizimining plyaj va o‘zan bo‘ylab harakati davomida nanoslar plyaj sirtida qum tillarini paydo qiladi. Bu tillar o‘zanda o‘zi bilan chegaralangan suv oqmas xududlar zatorlarni paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Bu qum uyumlari tillarning uzunligi va qalinligi asosan oqim o‘z tarkibida tashiyotgan o‘zan tubi nanoslari sarfiga bog‘liq bo‘ladi. O‘zan tubi nanoslari sarfi katta bo‘lsa, qumli tillar butun plyaj uzunligini egallashi va ayrim vaziyatlarda o‘zan botiq sohasining bir qismini egallashi ham mumkin. Plyaj va qum tillarini shakllanishiga suv toshgan va suv sathi yuqori bo‘lgan davrda oqimni o‘zan qirg‘oqlarini aylanib o‘tishi muhim rol o‘ynaydi. Suv sathi ko‘tarilganda suv oqimi dinamik o‘qi rostlanadi, plyajning shakllanishi sekinlashadi, ayrim paytlarda nanoslar botiq sohada to‘planib, qavariq soha yuvilishi mumkin. Oqim sezilarli darajada rostlanganda qum tillari qirg‘oqqa ma’lum katta burchak ostida joylashishi mumkin, oqim kichiqroq o‘lchamlarda rostlanganda qum tillar o‘zan qirg‘og‘igi yopishiproq turadi. Zatorlar bir necha o‘n yillar davomida mavjud bo‘lishi mumkin, faqatgina juda katta miqdodagi o‘zan tubi nanoslari harakati natijasida ko‘milishi mumkin.

2.10.4. Jarayonni qonuniyatlari va uni hisoblash usullari

Erkin meandralanishda egri bugrilikni deformatsiyalanishini miqdoriy baholash talab qilinganligi uchun quyidagi parametrlar kiritiladi:

O‘zanning mejen davridagi o‘qining qo‘shni egrilanishlari nuqtalari o‘rtasidagi masofa – egri-bugrilik qadami - l ;

Egri bugrilikning qadam chizig‘i va o‘zan mejen davri chizig‘iga egri bugrilikning egrilanish nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan qayrilish burchagi- α ;

Egri bugrilikning qadam chizig‘i va egri bugrilikning egrilanish yuqorigi nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan kirish burchagi- α ;

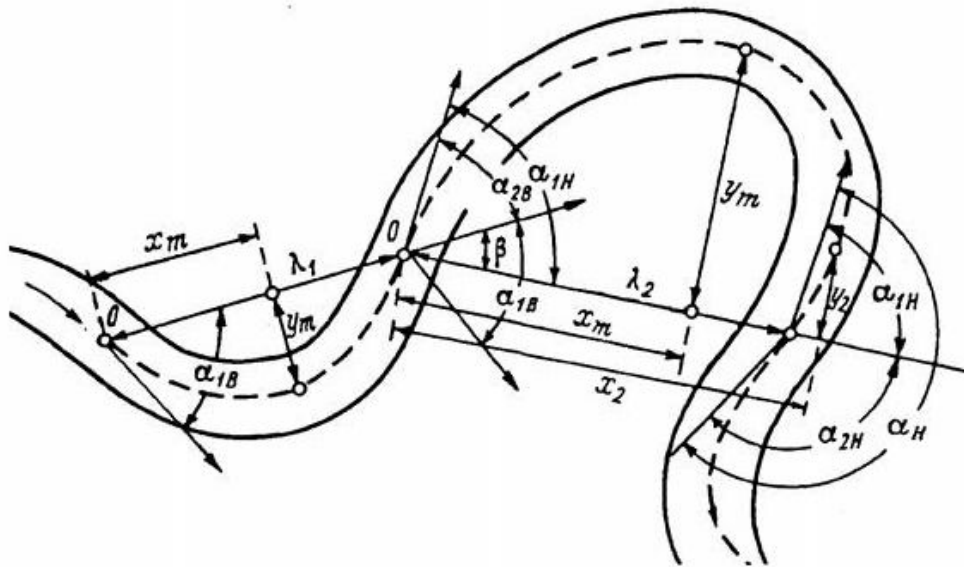
Egri bugrilikning qadam chizig‘i va egri bugrilikning egrilanishi pastkii nuqtasi orqali o‘tkazilgan urinma o‘rtasida hosil bo‘lgan chiqish burchagi- α ;

Kirish va chiqish burchaklari o‘rtasidagi farq $\beta = \alpha - \alpha$

Agar $\alpha > \alpha$ bo‘lsa, egri bugrilanish oqim bo‘ylab o‘nga, agar $\alpha < \alpha$ bo‘lsa, oqim bo‘ylab chapga toblanadi. Daryo o‘zaning egri bugriligi asimmetrikligini ko‘rsatkichi sifatida quyidagi kattalik ham muhim o‘rin egallaydi:

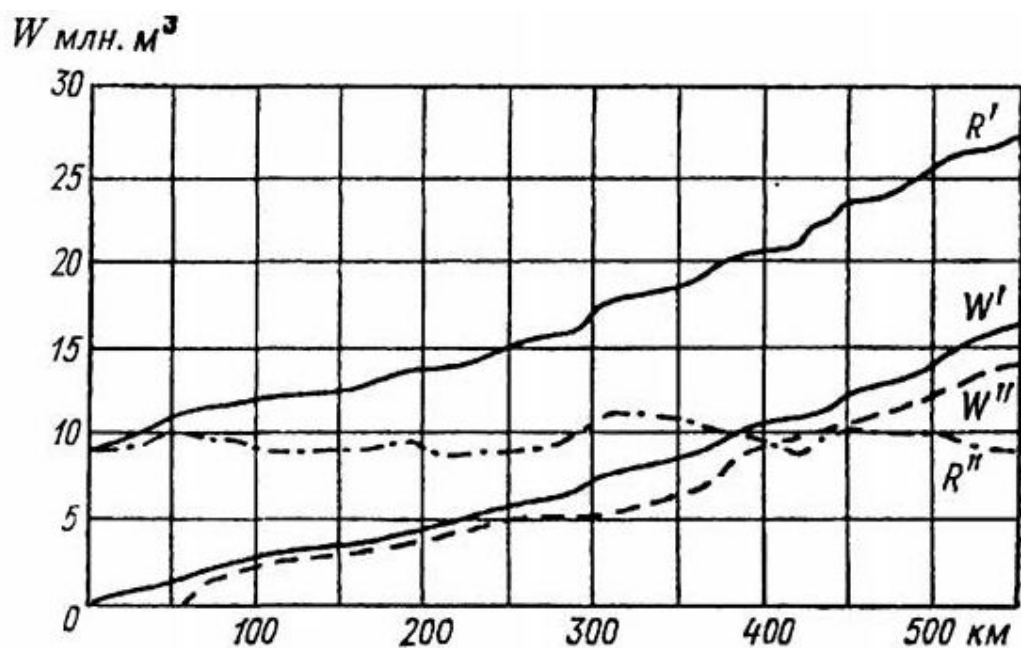
$$\varepsilon = \frac{(2 - l)}{2}$$

Bu maqsad uchun o‘zan o‘rta chizig‘ining eng uzoq nuqtasi va egri bugrilik qadami o‘rtasidan o‘tkazilgan to‘g‘ri chiziqning qiyanlanish burchagi tangensidan ham foydalansh mumkin. Quyidagi rasmda bu kattalik ko‘rsatilgan.



Rasm 2. O‘zan egr bugriligining asimmetrikligi ko‘rsatkichi. α_{iH} – egri bugrilikning qayrilish burchaklari; λ – egri bugriliklar egilishi nuqtalari orasidagi eng qisqa masofa.

Morfologiyani o‘rganishda o‘zanni qayta shakllanishi ta‘minlaydigan hajmlar muhim rol o‘ynaydi. Yuvilish hajmlari har bir egri bugrilik uchun alohida hisoblanadi. Bu hajm yuvilish sohasi yuzasining o‘zan tubidan soha sathigacha bo‘lgan balandlikning o‘rtacha qiymatiga ko‘paytirish bilan aniqlanadi. Albatta bu kattaliklar bir necha yillar davomida tuzilgan aerofoto s‘yomka materiallaridan aniqroq aniqlash mumkin. Aniqlangan yuvilish va loyqa bosish ma‘lumotlari asosida tadqiqot qilinayotgan daryoning meandranayotgan sohasi uchun integral egriliklar tuziladi. Loyqa bosim va yuvilish integral egiliklari farqi morfologik bir jinsli tadqiqot sohasi uchun uzunlik bo‘yicha nanoslar sarfini baholash imkonini beradi. Agar bu egriliklarda o‘zan tubi nanoslari va muallaqlashgan nanoslar farqi sezilsa, u detallashtiriladi va har ikkala nanos uchun sarflar aniqlanadi. Bu aniqlangan muallaqlashgan nanoslar sarfini gidrometrik kesimlarda olingan ma‘lumotlar bilan taqqoslab, uni to‘g‘riligini nazorat qilishga imkniyat beradi.

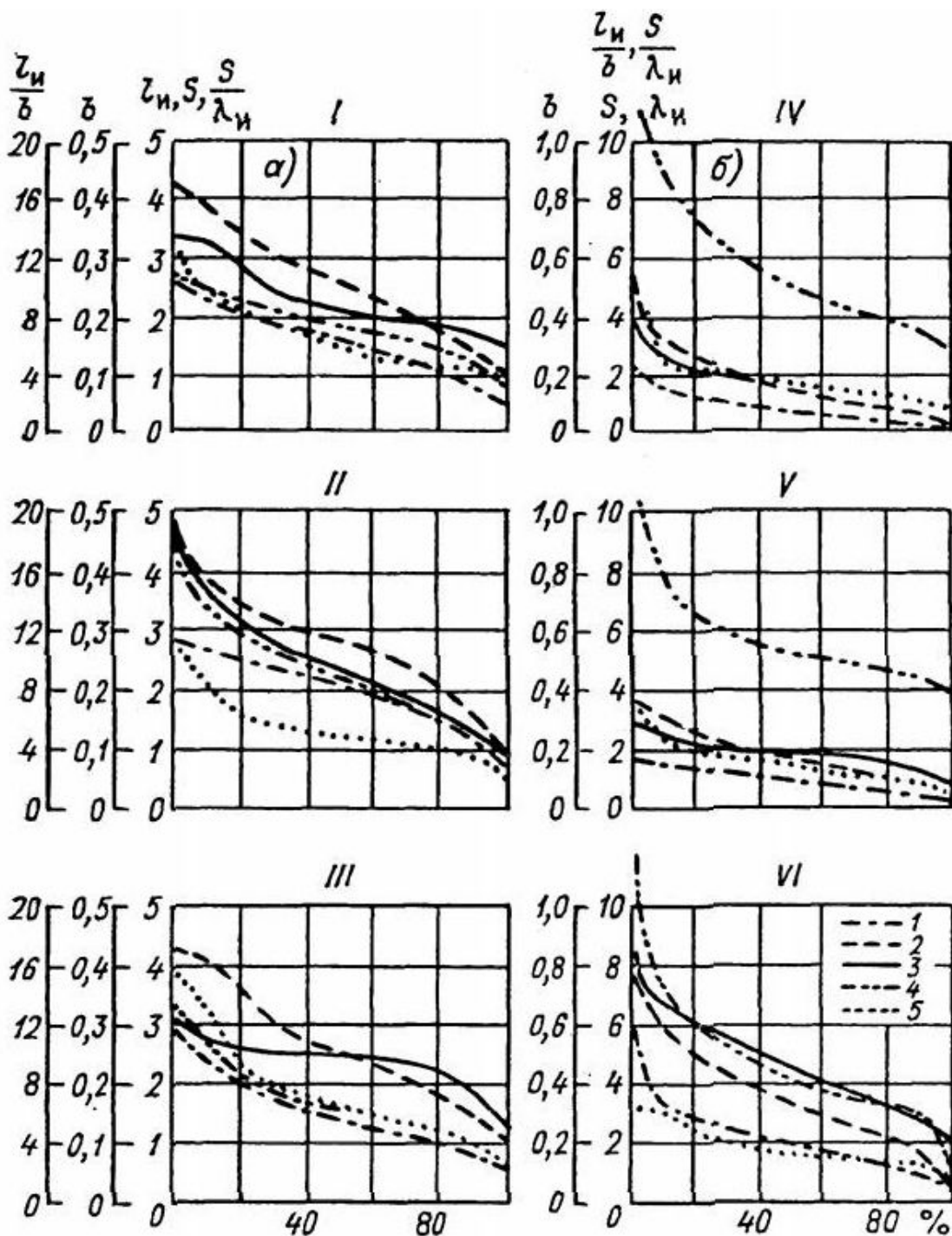


Rasm 2. O‘zan qirg‘oqlari deformatsiyalanishi jarayonida o‘zanning tadqiqot uchastkasiga nanoslarning kirib chiqishini ko‘rsatuvchi integral egriliklari. $R'; W'$ – mos ravishda tadqiqot uchastkasiga va qirg‘oqdan kirib kelayotgan nanoslar miqdori; $R''; W''$ – mos ravishda tadqiqot uchastkasidan va qirg‘oqdan chiqib ketayotgan nanoslar miqdori.

O‘zandagi jarayonlarini miqdoriy xarakteristikasi o‘rganilib, erkin meandralanishning quyidagi qonuniyatlari aniqlangan:

1. Quyidagi rasmdan ko‘rinib turibdiki, erkin meandralanish qadami o‘zgaruvchanligi boshqa ko‘rinishlarnikidan farq qilib, kattaroq qiymatga ega.
 $\nu = 0,56 \div 0,33$;

Bu erkin meandralanish qadamining o‘zgaruvchanligi, egrilik nuqtalari joylashuvining notekisligi, egrilignin bir birini ustiga siljishi, birlashishi, suv oqimini rostlanishi bilan izohlash mumkin.



Rasm 2. Oka va Irtysh daryolarida erkin va chegaralangan meandranlanishning parametrlari ta'minlanganligi egriligi. a) Oka daryosi: I - Moskva daryosining quyilish joyidan Proni daryosi quyilish joyigacha bo'lgan soha; II - Proni daryosining quyilish joyidan Yushta qishlog'igacha bo'lgan soha; III - Yushta qishlog'idan Rubetskoe qishlog'igacha bo'lgan soha. b) Irtysh daryosi: IV - Zaysa ko'li-Kurchum daryosi quyilish joyigacha bo'lgan soha; V - Kurchum daryosi quyilish joyidan Peschanoe qishlog'igacha bo'lgan soha (tugallanmagan

meandralanish); VI - Pavlodar shahridan Urlyutyub qishlog'igacha bo'lgan soha: 1-
 l - egri bugrilik qadami; 2- s ; 3- b ; 4- $\frac{l}{b}$; 5- $\frac{s}{a}$.

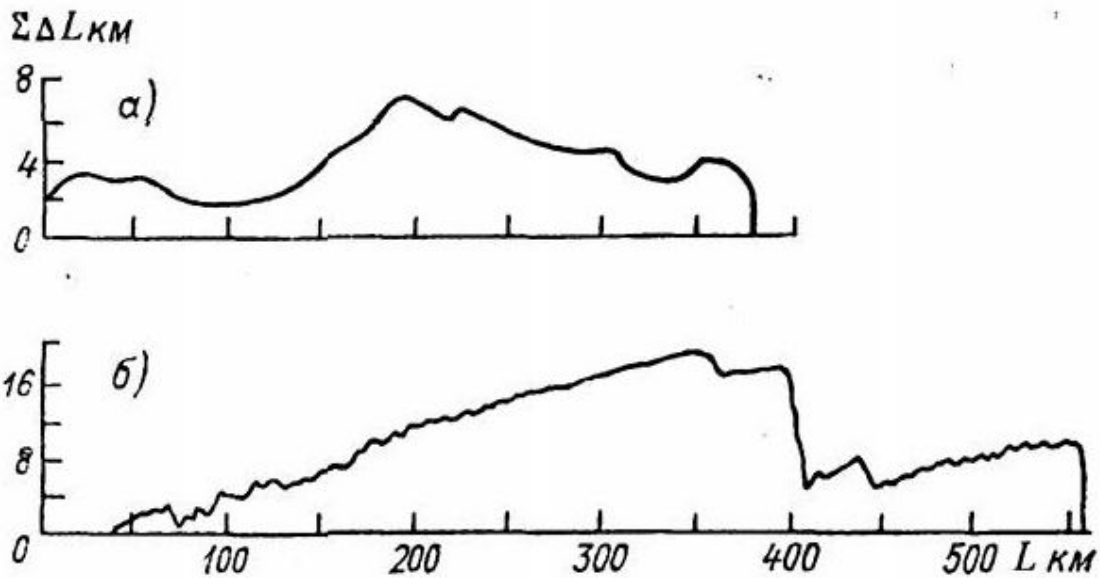
2. Erkin meandralanuvchi egri bugriliklar qadami 50% holatda o'zan kengligidan 8-9 marotaba katta bo'ladi, 25% holatda bundan faq qiladi, 10-15% holatda egri bugriliklar bir biri bilan qo'shiladi, 4% holatda qadamli kichik qiymatda bo'lishi mumkin;

3. $\frac{s}{l}$ ta'minlanganlik egriligi egri bugrilik qadami egriligiga o'xshash bo'ladi. Demak, egri bugrilik bir ko'rinishdan ikkinchi ko'rinishga bir vaqtda uzoq masofalarda o'tib boradi. Egri bugrilik uzunligi qadamidan 1.6 marotaba katta bo'lishi 50 % holatda, eng katta munosabat 4 marotaba bo'lishi mumkin. Qayrilish burchagi 50% holatda 135^0 bo'lib, eng katta burchak 245^0 bo'lishi mumkin. Asimmetrik ko'rinishga 120^0 gradusda o'tishi kuzatilgan. Qayrilish burchagi 200^0 dan katta bo'lganda kirish va chiqish burchaklari farqi 15^0 , qayrilish burchagi 245^0 bo'lganda 30^0 ni tashkil qilgan. Chiqish va kirish burchaklari eng katta qiymatlari $170-175^0$ ni taklif qilgan;

4. Egri bugriliklar guruh guruh bo'lib joylashishadi. Har bir guruh bir-biridan egri bugrilikning 2-3 barobar uzunligida farq qiladi va har guruhda 5-6 ta egri bugrilik bo'ladi. Ular vaqt davomida turg'un bo'lib, 50-60 yil davomida mavjud bo'lishi mumkin;

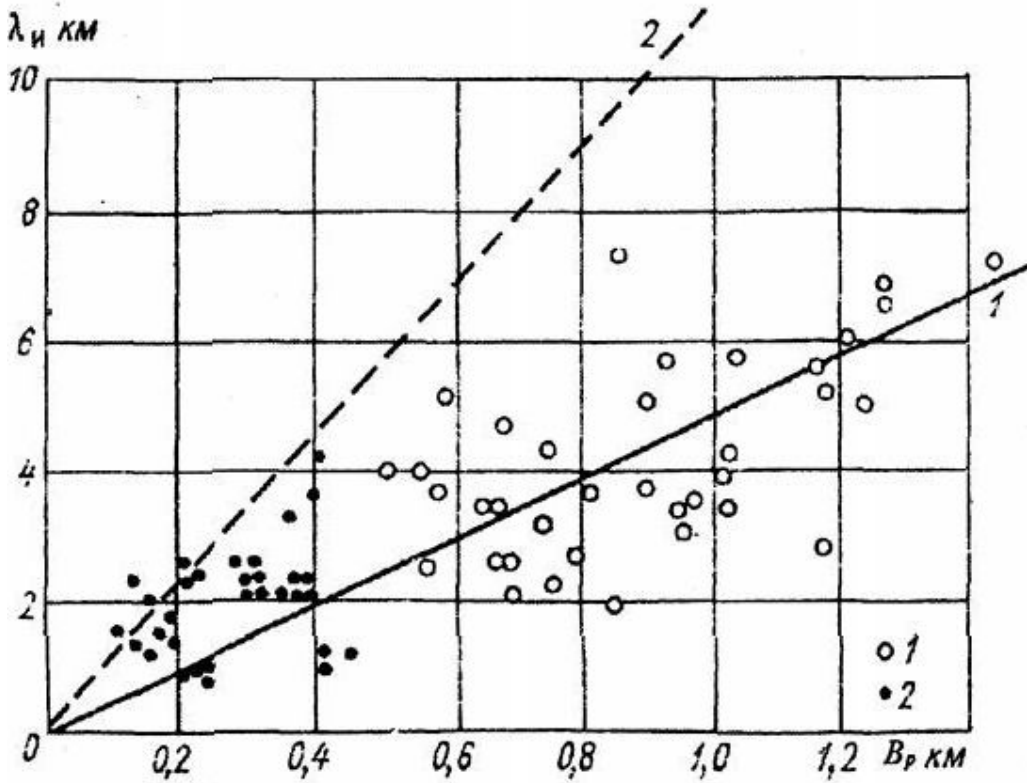
5. O'zandagi deformatsiya jarayonida egri bugrilikni uzunligi o'zgarishi qonuniyati quyidagilardan iborat:

- Erkin meandralanish sohalarida o'zan egri bugriliklari uzayib, qisqarib, o'zgarmasdan almashib joylashadi;
- O'zan buramalari rostlanib, egri bugriliklar uzunliklari to'ldirilib turadi;
- Alohida egri bugriliklarning jadal uzayishi qo'shilgan egri bugriliklarni stabillashtiradi;
- Egri bugrilik xalqasini oqim rostlashi natijasida qo'shni egri bugriliklar rivojlanishi, buning natijasida qavariq qirg'oqlar yuvilib, plyajlar ajralib chiqishi mumkin;
- O'zanning egriligi nuqtalari daryo bo'ylab yuqoriga, pastga va yonga siljishi mumkin va bunga mos ravishda egri bugrilik qadami o'zgaradi;
- Bu jarayonlar natijasida o'zanning morfologik bir jinsli uchastkasi uzunligi uzoq davrlar mobaynida kam o'zgaradi. Bu quyida keltirilgan o'zan egri bugriligini o'zgarishi integral grafigidan ko'rinib turibdi.



Rasm 2. Daryolar egri bugriliklarining uzayishi integral grafigi: a) Irtish daryosi o‘zanidagi egri bugriliklar uchun; b) Kura daryosi o‘zanidagi egri bugriliklar uchun

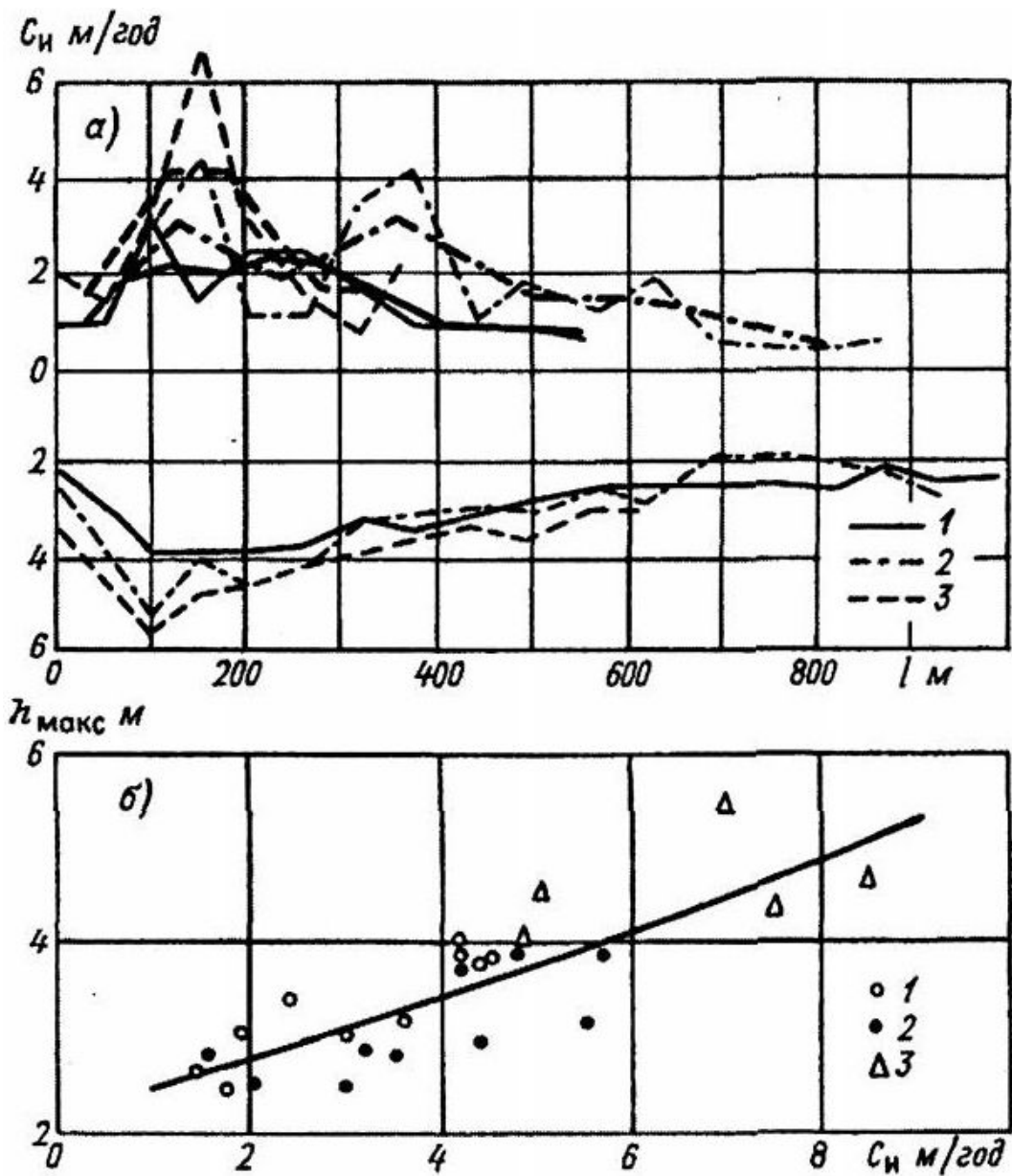
- Egri bugriliklar qadami bilan oqim sarfi va o‘zan uzunligi o‘rtasida proporsional aloqa mavjud. Bu proporsionalliklardan biri egri bugrilik qadami va o‘zan kengligi munosabati GGI va AQSH olimlari tadqiqotlari bilan tasdiqlangan va quyidagi grafikda keltirilgan. Bu grafik o‘zandagi jarayonlarni tiplarga ajratishning o‘zandagi jarayonlarini rivojlanishi qonuniyatlarini aniqlashdagi muhim o‘rnini ko‘rsatadi.



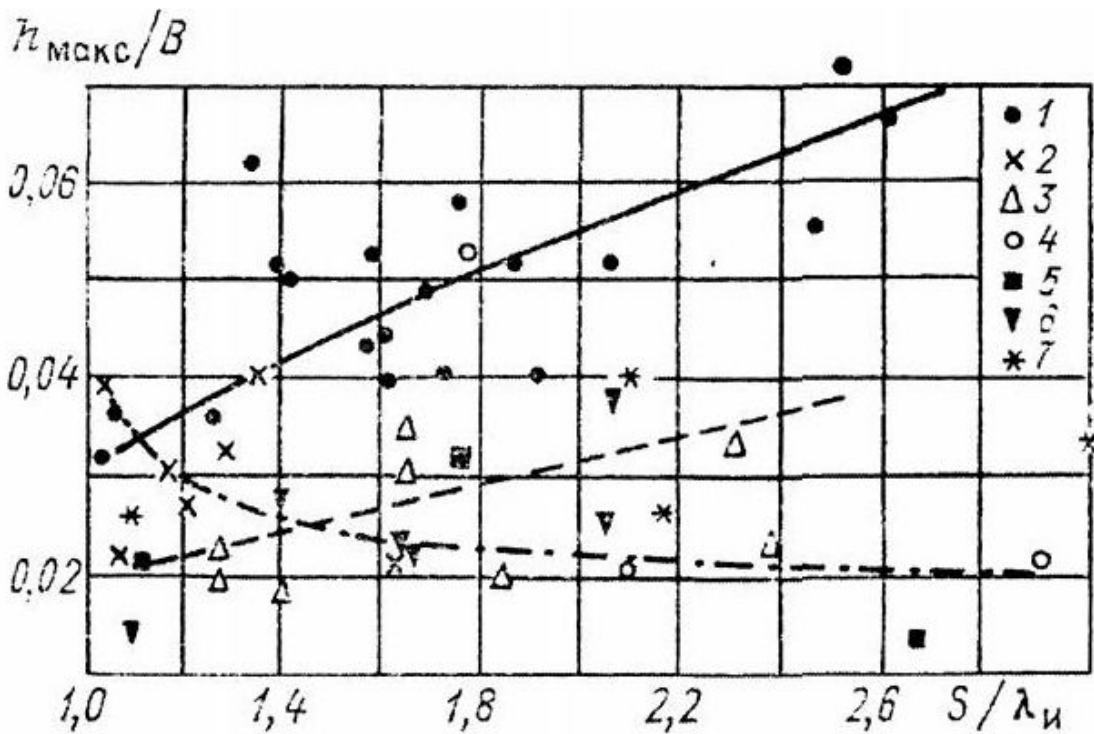
Rasm 2. Daryo o‘zaning erkin meandralanish egri bugriligi qadami (λ) ning o‘zan kengligi bilan bog‘liqligi grafigi.

O‘zan deformatsiyalanishining egri bugrilikni rivojlanishi bilan bog‘liqligi qo‘shilgan egri bugriliklarning moslashuviga bog‘liq. Agar rivojlangan egri bugrilik guruhdagi egri bugriliklar markazida joylashsa, dastlab o‘zanning plandagi deformatsiyalanishi tezligi $\left(\frac{S}{l}\right) = 1.4 \div 1.6$ qiymatlargacha oshib, keyin kamayadi.

Agar qushilgan egri bugriliklar guruhi rivojlangan egri bugrilik bilan boshlansa, plandagi deformatsiya kamayib, u bilan tugasa oshadi. Plandagi deformatsiya tezligi suv oqimining chuqurligi bilan bog‘liqdir. Bu Don daryosida olib borilgan tadqiqotlar natijasida olingan ma’lumotlar natijasida qurilgan quyidagi grafik ham namoyon qilib turibdi:

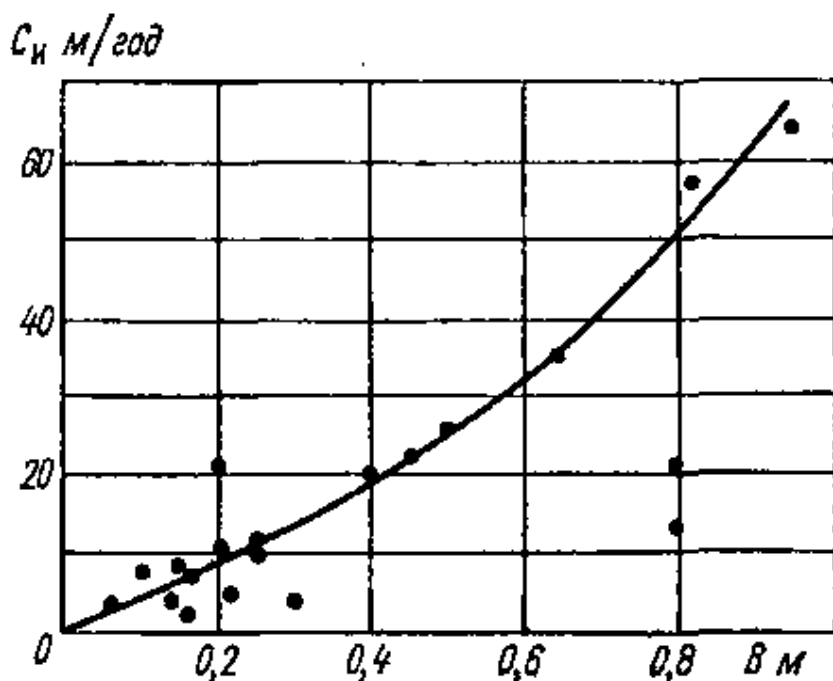


Rasm 2. a) Plandagi yillik siljishni egri bugrilik uzunligi bo'yicha taqsimlanishi; b) Plandagi yillik siljish va suv oqimining o'zan ko'ndalang kesimidagi eng katta chuqurlik bilan bog'langanligi.



2. Daryo chuqurligini o‘zan egri bugriligi rivojlanganligi bilan bog‘liqligi.

Plandagi deformatsion jarayonlar tezligi-botiq qirg‘oqlar siljishi o‘zanning geometrik o‘lchamlariga bog‘liq. Bu munosabatni o‘rganish uchun 800 ta daryo o‘zaning plandagi egri bugriligi o‘rganilib, shulardan 50% holatda plandagi deformatsiyalar tezligi o‘zan kengligini 5 % ini, 75% holatda plandagi deformatsiyalar tezligi o‘zan kengligini 3,5 % ini, 25% holatda plandagi deformatsiyalar tezligi o‘zan kengligini 9% ini, o‘rtacha ko‘p yillik plandagi deformatsiya tezligi o‘zan kengligini 20% ini tashkil qilishini ko‘rsatdi. Plandagi deformatsiya tezligi o‘zanning mejen davridagi qirg‘oqlar bo‘yicha kengligi 400 metrgacha bo‘lganda 0-19 m/yil, 600 m gacha bo‘lganda 32 m/yil, 800 metrgacha bo‘lganda 50 m/yilni tashkil qilgan. Bu munosabat quyidagi grafikda ifodalangan



Rasm 2. Erkin meandralanish sharoitida plandagi deformatsiya tezligi-botiqlikning siljishi jadalligini o‘zan kengligiga bog‘liqligi.

Daryoning 50 % gidrologik rejimda ta‘minlanganligida nisbiy chuqurlik $\left(\frac{B}{h_c}\right)=85$ ga teng bo‘lgan. Bu kattalik ham o‘zanning kengligi oshishi bilan oshib boradi. Masalan, daryo o‘zan kengligi 20 metrgacha bo‘lganda bu kattalik 2 ga teng bo‘lgan, daryo o‘zan kengligi 200 metrgacha bo‘lganda bu kattalik 24 ga teng bo‘lgan, daryo o‘zan kengligi 400 metrgacha bo‘lganda bu kattalik 50 ga teng bo‘lgan, 500 metrdan ortiq bo‘lganda 85 ga teng bo‘lgan.

Hisoblashning gidromorfologik usuli. Erkin meandralanishning aniqlangan morfologik qonuniyatlari o‘zanning plandagi deformatsiyai tezligi botiq qirg‘og‘ining siljishi jadalligini hisoblash imkonini berdi. Bu borada, N.E.Kondratev quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan formulani taklif etgan:

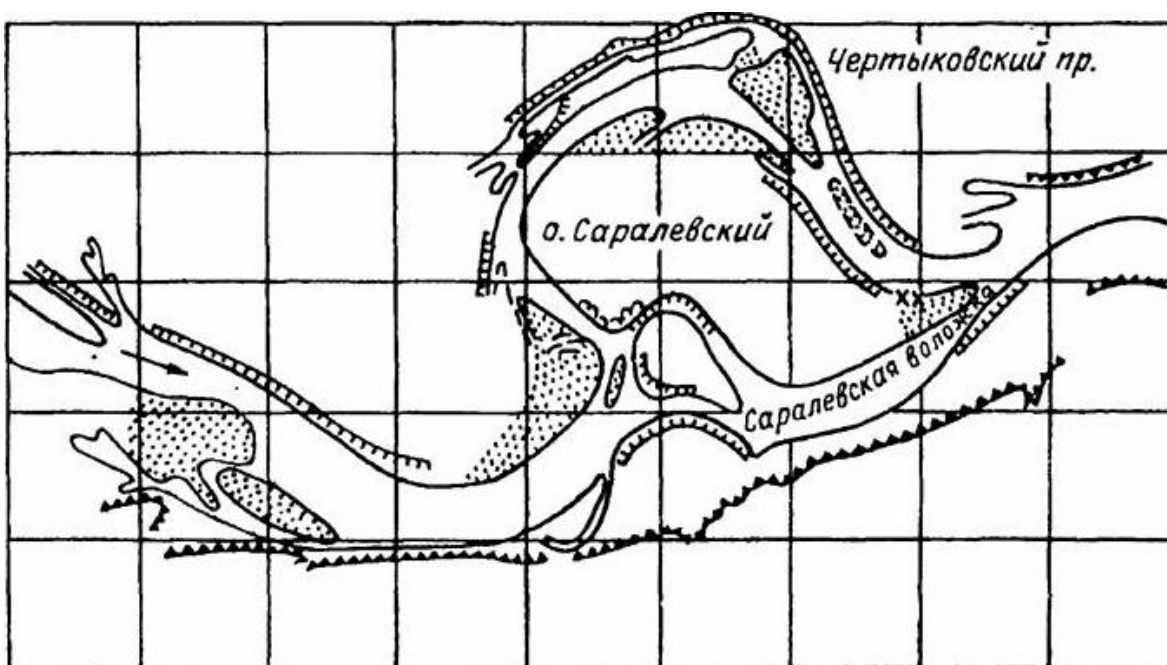
$$= \frac{kTh}{h}$$

Bunda, hisoblash bajarilayotgan qirg‘oqdagi qoshlar siljishi, T hisobiy vaqt, h hisobiy kesimdagi chuqurlik, h daryoning sokin sohasi chuqurligi. kattalik 15-20 ta egri bugriliklarning bir necha yillik s‘yomkalarini tahlil qilish orqali aniqlanadi.

Plandagi deformatsiya tezligining integral shakli, daryo gidrologik rejimi, grunt gidravlik va mexanik xarakteristikasi, tezlik maydoni, qirg'oqlarning morfologik tuzilishi, uning deformatsiyaga xalaqit qiladigan o'simliklar bilan qoplanganligi, deformatsiyalanish xarakteri kabi barcha omillarni inobatga oladi.

2.11. To'liq amalga oshmagan meandralanish. Qirg'oq tarmoqlanishi

Suv oqimi sathining ko'tarilishi, qayirning suv bosib, oqimning qayirdagi chuqurligi oshishi turli iromoqlarning paydo bo'lishiga va o'zanlarni rostlanishiga sabab bo'lib, bu jarayonlar dastlab o'zandagi jarayonlarning erkin meandralanishi ko'rinishida shakllanib boradi. Shu tarzda daryo o'zanining egri bugrilanishi davri tugallanmasdan qoladi.



Rasm 2. Quyi Volga daryosining Saralev uzeli uchastkasida tugallanmagan meandralanish sxemasi.

Oqim rostlangan yangi o'zanda asosiy sarf bilan harakatlana boshlashi bilan o'zanning egri bugrilanishi to'xtaydi. Oqim endi yangi o'z o'zanini egri bugri ko'rinishga aylantira boshlaydi. Oqim qayirni bosishi darajasiga qarab, o'zan rostlanish darajasi aniqlanadi. Qayirni suv bosish darajasi yuqori bo'lganda o'zan egri bugriligini rostlanishi ertaroq boshlansa, past darajada qayirni suv bosganda kechroq boshlanadi. Bir egri bugrilik sohasida bir necha o'zan rostlanishi bo'lishi mumkin. Bu albatta qayir va o'zandagi gruntlarning yuvuluvchanligiga, yirikligiga,

qayirdagi allyuvial qatlamlar yuvilishga xalaqit beradigan o'simliklar bilan qoplanganlik darajasiga bog'liqdir. O'zan va qayirdagi allyuvial qatlamlar yirikligi o'rtasidagi farq irmoqlar paydo bo'lishiga moyillik ko'rsatishi mumkin.

Tugallanmagan meandralanishning rivojlanishi o'zanning bir irmoqli qo'rinishidan tarmoqlangan ko'rinishni olishi bilan kechadi. Tugallanmagan meandralanishning asosiy alomatlaridan biri rostlovchi irmoqni va qayirda eski o'zanning o'roqsimon ko'rinishini qolishi hisoblanadi. Egri bugriliklar rivojlanishi notekis kechib, rostlanmagan egri bugriliklar rostlangan irmoqlari bor rostlangan o'zan egri bugriliklari bilan almashib keladi. O'zan egri bugriliklarining bunday kelishi o'zan uchastkasida kechayotgan o'zandagi jarayonlarni alohida ko'rinishdagi jarayonlar mavjud kichik sohalarga ajratishga asos bermaydi. Qayirlarning katta chuqurlikdagi suv bosishi asosiy sababi suv gidrologik rejimi bilan qayirning balandligini o'zgartiradigan muallaqlashgan nanoslarning ch'okishi ham bo'lishi mumkin. O'zanni rostlovchi irmoqlar dastlab qirg'oq qum uyumlari oralig'iga, uyumlarni yuvilgan qismiga, qayirni past sohalariga to'g'ri keladi. Bu joylarda dastlab irmoqchalar paydo bo'ladi, ular egrilanadi, rostlanadi va ikkinchi darajali qirg'oqchalarga ega o'zanlar paydo bo'ladi. Ayrim vaziyatlarda orolchalar o'zanda paydo bo'lishi mumkin. Bu o'zan toki asosiy o'zandagi butun suv oqimini o'tkaza olgunga qadar rivojlanadi va keyin o'zi uzoq masofalarda egri bugrilanadi. Bu jarayonning to'liq siklini o'rganish uchun daryolarning tadqiqot sohasidagi bir necha yillik topografik s'yomkalari kerak bo'ladi. Xuddi shu materiallar asosida rostlovchi irmoqning paydo bo'lib, eski o'zanning qurishi davrigacha bo'lgan vaqt intervali quyidagi daryolar uchun aniqlangan:

Daryo nomi	Rostlovchi irmoqning paydo bo'lib, eski o'zanning qurishi davrigacha bo'lgan vaqt, yil
Ob	40
Oka	50-60
Volga	25-30
Irtish	5-10
Amudaryo	
Sirdaryo	

Tugallanmagan meandralanish jarayonining miqdoriy xarakteristikasi

Tugallanmagan meandralanish jarayonining miqdoriy xarakteristikasi erkin meandralanishdagi kabi bo‘ladi. Faqat ularga qo‘shimcha tarzda rostlovchi shaxobchalarni xarakterlovchi quyidagi parametrlarni kiritish talab etiladi:

- O‘zan o‘rtacha chizig‘i yo‘nalishida rostlovchi shaxobchanning boshlanishida toki asosiy o‘zanga qaytgunga qadar o‘zan egri bugriligi uzunligi- S_p ;

- Rostlovchi shaxobchanning to‘g‘ri chiziq bo‘yicha boshlanishida toki asosiy o‘zanga qaytgunga qadar uzunligi- S ;

- O‘zanning qaysi bosqichda rostlanganligini aniqlovchi, o‘zan o‘rtacha chizig‘i yo‘nalishida rostlovchi shaxobchanning boshlanishida toki asosiy o‘zanga qaytgunga qadar o‘zan egri bugriligi uzunligini rostlovchi shaxobchanning to‘g‘ri chiziq bo‘yicha boshlanishida toki asosiy o‘zanga qaytgunga qadar uzunligiga nisbati bilan aniqlanadigan, o‘zan meandralanishi tugallanmaganlik darajasini ko‘rsatuvchi

kattalik $s = \frac{S_p}{S}$;

- O‘zan va shaxobcha harakatdagi kesim yuzalari nisbati bilan aniqlanadigan, rostlovchi shaxobcha ishini xarakterlovchi, o‘zanning shartli kesimi

nisbiy yuzasi: $w = \frac{W_p}{W}$

Rostlovchi shaxobchanning shakllanish jarayoni o‘zan meandralanishi tugallanmaganlik darajasini ko‘rsatuvchi kattalik $s = \frac{S_p}{S}$ va qayirning suv bosganligi koeffitsientiga bog‘liqdir.

O‘zanni suv bosganlik darajasini aniqlashda suv oqimining qayirdagi chuqurligini shu chuqurlik (h) mavjud bo‘lgan sharoitda o‘zanda mavjud chuqurlik (h)ka nisbati bilan aniqlanadi- $\frac{h}{h}$;

Tugallanmagan meandralanish qonuniyatlar erkin meandralanish qonuniyatlari bilan deyarli bir xil bo‘lib, ularga quyidagilarni qo‘shimcha qilish mumkin.

- Tugallanmagan meandralanishda o‘zan egri bugriligi qadami erkin meandralanishga nisbatan kam o‘zgaradi va variatsiya koeffitsienti ham kichik qiymatga ega bo‘ladi: $v = 0,29$;

- Tugallanmagan meandralanishda o‘zan egri bugriligi qadami erkin meandralanish qadamidan boshqa hamma sharoitlar bir xil bo‘laganda katta bo‘ladi. Shu sababli, o‘zan egri bugriligi qadamining suv oqimi parametrlari (B, Q) bilan

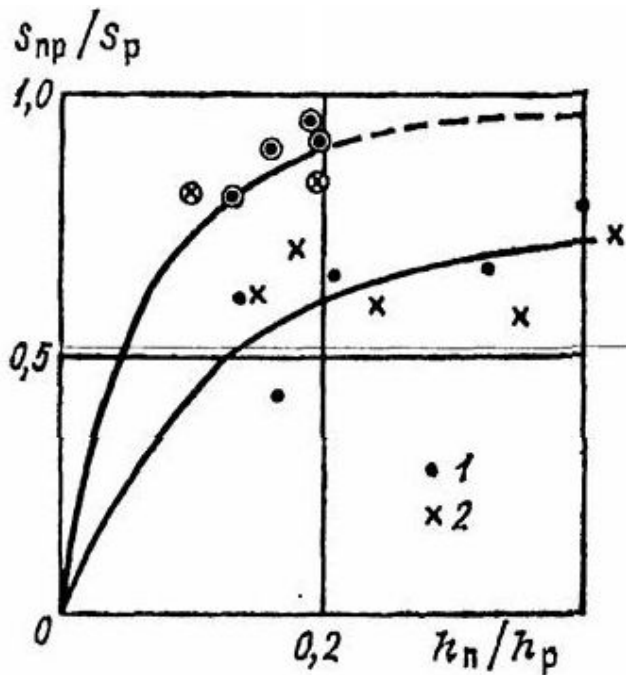
bog‘liqlik egriligi tugallanmagan meandralanishda erkin meandralanishga nisbatan chaproqda joylashadi;

- Kirish burchaklar tugallanmagan meandralanishda erkin meandralanishga nisbatan katta bo‘ladi;
- Tugallanmagan meandralanishda o‘zan egri bugriligining rivojlanish darajasi 1.6 ga teng bo‘ladi;
- O‘zanning plandagi deformatsiyalanishi tezligi tugallanmagan va erkin meandralanishda deyarli bir xil bo‘ladi, rostdlash shaxobchasi paydo bo‘lib, unga butun sarf o‘tib oqa boshlagandan so‘ng egri bugrilikdagi deformatsiyalar tutashgungacha boradi;

O‘zanni suv bosganlik darajasini - $\frac{h}{h_p}$ va o‘zan meandralanishi

tugallanmaganlik darajasini $s = \frac{S_p}{S}$ egriliklari ikkinchi darajali qirg‘oqchalar va egri

bugriliklar uchun alohida ko‘rinishga ega bo‘ladi. Ikkinchi darajalaning o‘anga bosib kirishi o‘zan egri bugriligi qavariq sohalariga nisbatan kichik sarflar va qayirni suv bosuvchanligi qiymatlarida quyidagi rasmda ko‘rsatilganidek amalga oshadi.



Rasm 2. Qayirning suv bosuvchanligi bilan meandralanishni tugallanmaganlik darajasini o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik grafigi. 1-Irtish daryosi; 2-Ob daryosi; yuqoridagi egrilik – o‘zan egri bugriligi uchun; pastki egrilik – ikkinchi darajali bosib kirgan qirg‘oqchalar uchun.

GGIda tugallanmagan meandralanishni jadalligini baholash usuli ishlab chiqilgan. Bu usul paydo bo'ladigan rostlovchi shaxobcha manzilini, uning rivojlanish tezligini, o'zan egri bugriligi va rostlovchi shaxobchadagi plandagi deformatsiya tezligini baholash imkonini beradi. Shaxobchaning pashdo bo'lishi o'zan tubi nanoslari va muallaqlashgan nanoslar sarfini keskin o'zgartiradi. Yuqoridagi soha (eski o'zanda)da bu sarf kamaysa, pastki sohada oshishi mumkin.

2.12. Qayirdagi ko'p tarmoqlanish

O'zan atroqidagi qayirlarning gruntlaridagi geometrik o'lchamlarning turli tumanliligi qayirdagi murakkab irmoqlarni paydo bo'lishi sababidir, bu jarayonni tugallanmagan meandralanishning keyingi bosqichi sifatida qabul qilish mumkin. O'zandagi rostlovchi shaxobchalardan tashqari qayirda ham bir necha 10 rostlovchi shaxobchalar o'zandagi egri bugriliklarni rostlashi kuzatiladi. Bundan tashqari asosiy o'zanga nisbatan turli orientatsiyada joylashgan parallel shaxobchalarni birlashtiruvchi ikkilamchi shaxobchalar ham mavjud bo'lishi mumkin, ikkilamchi shaxobchalar har xil sabablarga asosan paydo bo'lishi mumkin. Masalan, chap va o'ng qirg'oqlardagi voha qiyaligi hisobiga suv sathi balandligi sath yuqori bo'lganda 2-7 metrga yetganda, turli g'or va jarliklardan chiqayotgan suv hisobiga qayirda paydo bo'lgan oqim ta'sirida, qayirdagi shaxobchaning rostlanishi natijasida ikkilamchi oqimlar shakllanishi kuzatiladi.

Qayirdagi ko'p irmoqlikda bir biriga qo'shiladigan shaxobchalar ham turli miqdordagi suv va nanoslar sarfiga ega bo'lishi mumkin. Nanoslar tashilishining sharoitlari turlicha bo'lgan bu daryo shaxobchalarida turli ko'rinishdagi o'zandagi jarayonlar kechadi. Bu jarayonlarning borishiga daryo shaxobchasining boshlanishi va tugashi qismida katta miqdordagi nanoslar to'planib, u to'silib qolganda jarayonlar ko'rinishi o'zgarishi mumkin. Bunda ikkinchi darajali qirg'oqchalar yoki orolchalar paydo bo'lishi kuzatiladi. Amudaryo daryosining quyi oqimida o'zanni rostlanishi va shaxobchalar paydo bo'lishi ko'p kuzatiladi. Daryoning ekspluatatsion rejimini rostlash uchun uni rostlash bo'yicha daryo shaxobchalari qurish ishlari ham olib boriladi. Bundan tashqari daryo qayiridan suv olish inshootlariga suv olish amalga oshirilganda, unga yaqin sohadan asosiy daryo shaxobchasi o'tishi uchun ham gidrotexnik tadbirlar o'tkaziladi. Amudaryo bu borada juda katta gidrotexnik tadbirlar o'tkaziladigan eksperimental maydonga aylanganligi hech kimga sir emas. Bunda o'zandagi jarayonlarni tiplarga ajratish va ulardan maqsadli foydalanish suv xo'jaligi amaliyotida muhim o'rin tutadi.

Qayir ko'ptarmoqliligining hususiyatlari

Qayirdagi ko'ptarmoqliklarda o'zandagi jarayonlarni o'rganishda daryo shaxobchalarini fragmentlarga bo'lish muhim hisoblanadi. Bu fragmentlarni har biridagi o'zandagi jaryonni o'rganishda uning ko'rinishiga xos miqdoriy xarakteristikalardan foydalanish kerak. Butun uchastka uchun o'zandagi jarayonlarni baholash uchun maxsus yondashuv talab qilinadi va maxsus xarakteristikalardan foydalaniladi. Bu xarakteristikalar sifatida qaralayotgan daryo qayir sohasidaga orolchalar maydonining shu soha maydoniga nisbati bilan aniqlanuvchi **orolchalar zichligi**, qayir kengligiga teng bo'lgan masofada mavjud orolchalar soni bilan aniqlanuvchi - **orolchalar qalinligi**, orolchalar zichligini ular qalinligiga nisbati bilan aniqlanuvchi **orolchalarning o'rtacha maydoni kabi** parametrlardir. Qayir ko'pdarmoqliligi hozirgi davrgacha etarli darajada o'rganilmagan. Shuning uchun bu ko'rinishni tavsiflash katta amaliy ahamiyat kasb etadi. O'zandagi jarayonlarning qayirdagi ko'ptarmoqlilik ko'rinishida qayir massivlari yanada mavhumroq tushunchaga aylanadi, buni inobatga olgan holda qayir uchastkalari aniqlanayotganda yanada shartliroq tushunchalardan foydalaniladi. Qayirlarning uchastkalari umumiy gidravlik qonuniyatlar asosida shakllanganligi sababli bir xil morfologik tuzilishlarga ega bo'ladi.

Agar asosiy o'zan aniq ko'rinishga ega bo'lsa, uni egriliklar bilan chegaralab turgan qayirlar massivlar sifatida qabul qilinib, ularning alomatlari erkin meandralanishdagi kabi qabul qilinadi. Bu massivlardan tashqarida joylashgan qayoir uchastkalari reliefi va gidravlik qonuniyatlari turlicha bo'lgan fragmentlar sifatida qabul qilinadi. Agar o'zan va qayir almashinib kelayotgan kengayish va torayishlardan iborat bo'lsa, bu sohalarda oqimning bir xil ko'rinishdagi oqish sharoitlari mavjud bo'lganligi sababli, ularni kengayish va torayish uchastkalariga bo'lib qarash mumkin. O'zan qayiri ko'ptarmoqliligi mavjud bo'lishi turli yo'nalishlarga ega murakkab oqim sistemasini yaratadi va faqat qayirdagi suv oqimining chuqrligi yuqori bo'lgandagina qayir relefining oqimka ta'siri kamayib qaralayotgan sistema sxemasi soddalashishi mumkin.

2.13. O'zandagi tarmoqanish ***O'zandagi tarmoqlanishning asosiy alomatlari.***

Agar qayirdagi ko'ptarmoqlilik oqim qayirni bo'laklarga ajratishi natijasida paydo bo'lsa, oqim o'zandagi mezoshakllarni aylanib o'tishi natijasida o'zandagi tarmoqlanish paydo bo'ladi. O'zandagi shaxobchalar qisqa uzunlikka ega bo'ladi. O'zandagi tarmoqlanish asosan suv oqimi o'zan tubi nanoslari bilan to'yingan holatlarda amalga oshadi. Bu holatga misol tariqasida tog'li xududda suv oqimi o'z

tarkibida katta tezlikda turli o'lchamdagi nanoslarni tashishini qaraymiz. Suv oqimi tekislikka chiqqandan keyin tezligi tabiiy ravishda kamayadi, chunki past tekislikda o'zan tub nishabligi kichik qiymatlarga ega bo'ladi. Bunday vaziyatda oqim tarkibidagi muallaqlashgan nanoslarning ko'p qismi o'zan tubiga cho'kib, o'zan tubi nanoslariga aylanadi. Yana bir holat kichik irmoqlardan oqib kelayotgan suv oqimi asosiy o'zanga quyilganda albatta, katta tezlikka ega oqim gidrodinamik xarakteristikasi katta oqimnikiga mos kelmaydi, bunda ham asosiy o'zanga kirgan nanoslar cho'kib orolchalarni hosil qilishi mumkin. Bu holatni Amudaryoning quyi qismida ko'proq uchratishimiz mumkin, chunki o'zan egri bugrilanib xalqasimon ko'rinishni olgandan so'ng u o'zini tabiiy ravishda rostlash uchun biror tomondan qayirni yuvib, o'ziga yangi shaxobcha ochadi, bu shaxobchadi sarf ko'payishi uni yuvilishini ta'minlab, u kengaya boshlaydi va barcha yuvilgan mahsulot yangi shaxobchada oqib borib, daryoning asosiy o'zaniga tushadi va u joylarda yana gidrodinamik xarakteristikaning o'zgarishi hisobiga cho'kadi va orolchalar hosil qiladi. Bu orolchalar balandligi Amudaryoda bir necha metrga yetadi. Orolchalar old qismi suv oqimi sathi ko'tarilganda yuviladi va faqatgina ularga mezoshakllar yoki o'zan tubi nanoslari tizimi qadalganda yana o'z geometrik o'lchamlarini o'zgartirishi mumkin. Old tomoni esa ingichkalashgan ko'rinishda bo'ladi. Bu orolchalar suv sathi yuqori bo'lganda oqim tezligi oshsa siljishi mumkin. Umuman, gidrotexnika amaliyoti natijalari bu orol va orolchalarni daryodagi suv oqimi bo'ylab pastga, yuqoriga, yon tomonga siljishini ko'rsatgan. Garchand o'zan kengligini oshishi natijasida suv oqimining tezligi kamaysada, nanoslarning ko'chishi fronti kengayishi hisobiga oqim tashiydigan nanoslar miqdori oshadi. Daryoning keng o'zanlari juda murakkab sistemaga ega oqimni paydo qilib, bu oqim sistemasi turli ko'rinishdagi harakatchan nanoslar uyumlarini shakllantirishi mumkin. Daryo o'zanida ko'pincha lentasimon o'zan tubi nanoslari tizimi shakllanib, suv sathining keskin o'zgarishi sharoitida ulardan ma'lum sharoitlarda orolchalar paydo bo'ladi. Bu orolchalar meandralanishning rivojlanishi natijasida to'liq yemirilib ketishi yoki qayirga bori qadalishi mumkin. Qayirga qadalganda katta irmoqlar qayirga uriladi va ko'milib qayir o'lchamlarini uzoq masofalarda kengaytirishi kuzatiladi. Yuqoridagi fikrlarimizdan xulosa qilib o'zandagi tarmoqlanishning quyidagi ko'rinishlarini e'tirof etishimiz mumkin:

1. O'zan o'z vaziyatini tez o'zgartiradigan ko'rinishdagi o'zandagi tarmoqlanish. Bu o'zanning kengligi bo'yicha tartibsiz joylashgan lentasimon o'zan tubi nanoslari ko'rinishida namoyon bo'ladi. Bular shunchalik darajada tez paydo bo'lib, buziladiki suv oqimining dinamik o'qi o'z vaziyatini tez tez o'zgartirib turadi. Bu holatda o'zanning kengligi yoyilgan ko'rinishda bo'ladi;

2. Orolchalar ko‘rinishidagi o‘zandagi tarmoqlanish. Bu o‘zanning kengligi bo‘yicha tartibsiz joylashgan lentasimon o‘zan tubi nanoslari ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Bularning tepalikchalar qurib, orolchani tashkil qiladi va bu orolchalarda turli o‘simliklar o‘smasdan qoladi. Bu orolchalar planda o‘zan bo‘ylab turlicha sijishi mumkin;

3. Orollar ko‘rinishidagi o‘zandagi tarmoqlanish. Daryo o‘zanidagi orolchalarning kattaliashishi ushbu ko‘rinishni paydo qiladi. Bu orollarbirlashishi yoki bo‘linib ketishi mumkin. Ular regrissiv-teskari qayta shakllanishi, siljishi, o‘zan kengligi bo‘yicha ko‘ndalang yo‘nalishda surilishi mumkin. Ular cho‘ziq shaklga ega bo‘lishadi. O‘zan uzunligi bo‘ylab cho‘zilishi o‘zanning kengligiga bog‘liq bo‘ladi. O‘zan tor joylarda orollar cho‘zilgan bo‘ladi. Orollar balandligi suv sathining o‘zgarishi va u tashiydigan muallaqlashgan nanoslar hajmiga bog‘liq. Bu nanoslar orolcha ustida qo‘shimcha qatlamlar tashkil qilishi mumkin.

O‘zandagi tarmoqlanish atamasi suv oqimi katta miqdordagi nanoslarni tashishi sharoitida qayir va o‘zan xususiyatlarini xarakterlaydi. U o‘zan shakllari va xususiyatlarini, daryo o‘zani gidromorfodinamik tuzilishi murakkabligini, o‘zan shakllarining harakatchanligini, daryo shaxobchalari noturg‘unligini, orollar va orolchalarning birlashishi va bo‘linishi imkoniyatlarini ta’kidlaydi. O‘zandagi tarmoqlanishda har bir tarmoqda alohida ko‘rinishdagi o‘zandagi jarayonlar ro‘y berishi mumkin. Bu uning o‘zandagi jarayonlar ko‘rinishlari bilan chambarchas bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Miqdoriy morfologik xarakteristikalar. Plandagi ko‘chishlar. Qayirlar h xususiyatlari.

O‘zandagi tarmoqlanishda ham o‘rganilayotgan uchastka fragmentlarga ajratiladi. Har bir fragment uchun o‘zandagi jarayon ko‘rinishiga qarab, unga xos xarakteristikalardan foydalaniladi. O‘zanning butun uchastkasini miqdoriy xarakteristikasini aniqlash uchun o‘zan va qayir umumiy kengliklari, qaralayotgan daryo o‘zanidagi orolchalar maydonining shu soha maydoniga nisbati bilan aniqlanuvchi ***orolchalar zichligi***, ***o‘zan*** kengligiga teng bo‘lgan masofada mavjud orolchalar soni bilan aniqlanuvchi - ***orolchalar qalinligi***, orolchalar zichligini ular qalinligiga nisbati bilan aniqlanuvchi ***orolchalarning o‘rtacha maydoni*** mejen davridagi o‘zan kengligining oqim o‘rtacha chuqurligiga nisbati kabi kattaliklarni bilish talab etiladi. Bu kattaliklar statik tahlil qilinib, asimmetriya va variatsiya koeffitsientlari, ta’minlanganlik egriliklari olinadi.

O‘zandagi tarmoqlanishda o‘zanning qirg‘oqlari roshlari o‘zanga perpendekulyar tarzda siljishini ham inobatga olishga to‘g‘ri keladi. Bu bilan bir

paytda orolning ham roshlarini siljishini inobatga olish kerak. Qayir xarakteristiksi bilan biz oldingi mavzularda to'liq tanishdik. Bu mavzuda faqat orol va orolchalarning qirg'oqqa qadalishida paydo bo'lgan tor qayirlarni o'rganish talab qilinadi. Bunda ham qayir enli bo'lib, o'zan elpig'ichli tarzda ko'chadi. Orolchaning qiyaligi oqim bo'yicha yuqoriga va pastga bo'lishi mumkin. O'zanning yoyilganligi unda oqim buylama buramalari va bir nechta dinamik o'qlarini hosil bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin.

2.14. Markaziy Osiyoning o'zanlari tez yuviladigan gruntlardan o'tadigan daryolarida ruy beradigan o'zandagi tarmoqlanishda deygish hodisasi

2.14.1. Deygish hodisasi haqida umumiy tasavvurlar

O'zani tez yuviladigan gruntlardan o'tadigan daryolarda o'zandagi tarmoqlanishda daryo qirg'og'i keskin buzilishi kuzatildi. Juda qisqa vaqt oralig'ida ro'y beradigan bu buzulishlar bir necha metr va hattoki bir necha 100 metrni tashkil qilishi mumkin. Markaziy Osiyo regionining eng katta daryolaridan biri Amudaryoda bu hodisa juda ko'p va tez ro'y beradi. Shuning uchun uning atrofida yashaydigan xalqlar bu hodisani sheva tilida deygish, ya'ni tegish deb atashgan. Asosan, Amudaryoning Xorazm viloyati va Qoraqolpog'iston respublikasi xududida deygish juda hafli ko'rinishlarni olishi mumkin. Masalan, quyidagilarni keltirishimiz mumkin:

A)



V)



v)



g)



Rasm2. Tuyamuyun-Taxiatsh gidrouzellari oralig'idagi Amudaryo qirg'og'larida bahorgi-yozgi davrda ro'y bergan deygish hodisasi:

a) Shpor 30 sohasi. Chap qirg'oq yuvilgan miqdori 5560 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 30 m;

b) Daryoning Sh.Rashidov Banketi sohasi Chap qirg'oq yuvilgan miqdori 8560 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 20 m;

v) Daryoning Banket-Maxsim aholi punkti yaqini. Chap qirg'oq yuvilgan miqdori 540560 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 7930 m;

g) Daryoning Ellikqal'a poselkasi atrofidagi sohisida ro'y bergan deygish hodisasi .

A)



b)



V)



g)



Rasm 2. Amudaryoning qayir sohasida joylashgan foydalaniladigan yerlarning deygish natijasida yuvilishi: a) shpor 48. Chap qirg'oqda yuvilgan grunt hajmi 9600 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 1030 m; b) Deygish To'rtkul posyolkasi yaqini. Chap qirg'oqda yuvilgan grunt hajmi 320 000 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 6070

m; v) Deygish 70 yaqinida. Chap qirg'oqda yuvilgan grunt hajmi 400 000 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 4050 m; g) Deygish 80 shpora yaqinida. Chap qirg'oqda yuvilgan grunt hajmi 200 000 m³; yuvilgan uchastka uzunligi 4013 m;

Qoroqolpog'iston Respublikasining Xodjeyli poselkasi yaqinida deygishning jadalligini aniqlash bo'yicha gidrometrik o'lchov ishlari o'tkazilgan. Bunda suv satqi past bo'lganda deygish siljishi tezligi 1m/sutkani tashkil qilgan bo'lsa, suv sathi yuqori bo'lganda 10-15 m/sutkani tashkil etgan. Qishki davrda sath yuqori bo'lganda bu kattalik 4 m/sutkani tashkil etgan. Deygish bo'lgan qirg'oq uzunligi 0,5-1.5 km dan 10 km gacha masofani tashkil etgan.

Turtkulda esa Amudaryo qirg'og'i 1936 yilning 4 apreldan 21 sentyabriga cha bo'lgan 110 kunlik davrda 600 metr o'ngga siljigan. 1937-1938 yillarda 30-40 minut davomida 15-30 metrgacha Amudaryo qirg'og'i yuvilishi ko'zatilgan. Amudaryoning quyi qismidagi 50 km masofadagi turli yillarda qilingan topografik kartalarini taqqoslash Amudaryo 60 yilda o'ngga 6 km, ayrim joylari 30 km siljiganligini ko'rsatgan. O'rtacha bu ko'rsatkich qoshi balandligi 6 m bo'lgan Amudaryo qirg'og'i siljishi tezligi 100m/yilni tashkil etgan.

Daryo sohillariga yaqindagi aholi istiqomat qiladigan punktlar va ekin maydonlari uchun juda xafli bo'lgan deygish hodisasi asosan o'zan tubi relefi strukturasi suv oqimi tezlik maydoniga mos kelmagan holatlarida kuzatilgan. Bu oqayotgan suv va nanoslar miqdori keskin o'zgaraydigan sharoitda amalga oshadi. O'zan tubi nanoslarining oqishi qonuniyatida Amudaryo uchun quyidagi tomoniga e'tibor berishimiz kerak. Daryo o'zani tez tez kengayib, torayib turadi. Bunga mos ravishda doimo deformatsiya jarayonining belgisi o'zgarib turadi. Voha kengayishi uchastkasining yuqori qismida yuvilish jarayoni ro'y bersa, pastki qismida loyqa bosish kuzatiladi. Bu loyqa bosish natijasida keyingi sohada joylashgan daryoning tor uchastkasi nanoslarni kam o'tkazib, keyingi daryo o'zaning kengayish sohasining yuqori qismida yuvilish jarayoni bo'lishiga zamin yaratadi. Keyinchalik o'zanning dastlabki kengayish sohasi pastki qismida nanoslar to'plangan miqdori oshib, oqim nanoslarni ko'proq miqdorda tor kesimdan tashiy boshlaydi va bu oqim tarkibidagi nanoslar kengayish sohasida suv oqimining gidrodinamik xarakteristikasi o'zgarishi hisobiga cho'kib, bu erda loyqa bosish alomatlari sezila boshlaydi. Amudaryoda deformatsiya belgisining bunday o'zgarishi 2 yilda bir marotaba kuzatiladi.

Demak, Amudaryo o'z oqimi tarkibida miqdori doimo o'zgarib turadigan nanoslarni tashir ekan. Daryo o'zanida bunday tarzda paydo bo'ladigan o'zandagi shakllar suv oqimining dinamik o'qini yo'nalishini qirg'oq tomonga o'zgartirishi mumkin. Bunda suv oqim tezligi 3-4 m/sek bo'lganda qirg'oq yuviladi. Amudaryo qirg'og'i les gruntlardan iborat bo'lib, vertikal qirg'oqlar mavjud bo'ladi, shu sababli

ular to'satdan katta hajm bilan o'zanga qulaydi va deygish hodisasi ro'y beradi. Deygish hodisasi Markaziy Osiyoning ikkinchi daryosi Sirdaryoda va o'zani les gruntlarda qurilgan Turkmaniston xududidagi Qoraqum-S.Niyozov nomidagi kanallarda ham ro'y berib turadi.

2.15.2.Deygish hodisasining ruy berishi sabablari.

Deygish hodisasini o'rganish uchun A.V.Muratov Amudaryo daryosining Qarshi magistral kanaliga to'g'onsiz suv olish inshooti boshlanish nuqtasidan 20 km yuqorida xuddi shu usulda suv oladigan, butun Turkmaniston davlatini ichimlik va sug'orishga bo'lgan extiyojini to'liq qondiradigan, o'zani lyos gruntlarda qurilgan Qoraqum-hozirgi S.Niyozov nomidagi kanal tanlangan. Ko'p yillik tatqiqotlar natijalari tez yuviladigan gruntlardan o'tgan bu kanalda o'zanning qayta shakllanishida deygish doimiy ravishda ro'y berib turgan.

Deygish natijasida qirg'oq jadal yuvilishi bilan xarakterlanadi.



a)



b)



c)

R

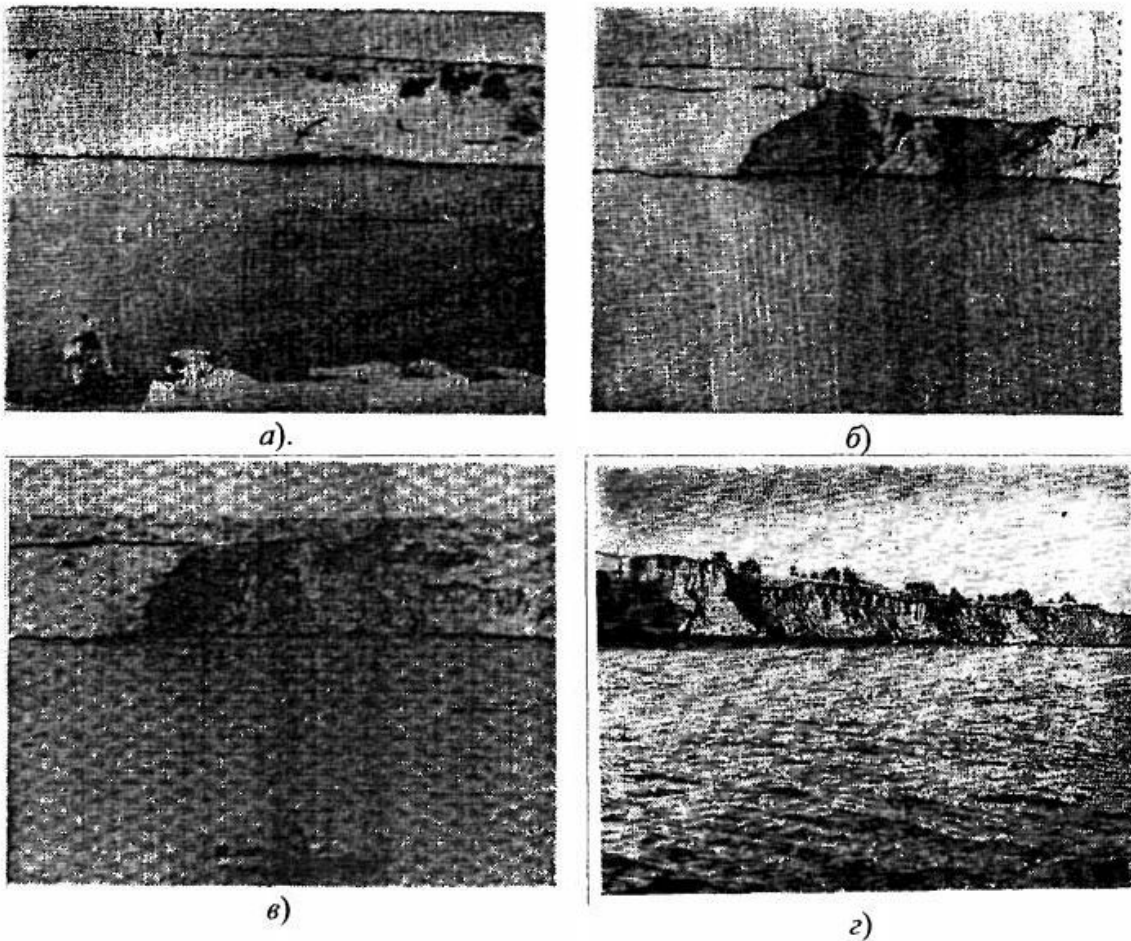
asm 2. Qorakum kanalining ayrim joylaridagi deygish hodisasi:

A) O'ng qirg'oq, 317 km; O'ng qirg'oq 128 km; O'ng qirg'oq Avtomobil yo'li ko'prigi pastki b'efi (1-ko'prik ustuni, 2-yuvilish voronkasi, qirg'oqni graviy bilan qoplash orqali mustahkamlash).

Bu kanalda deygish asosan suv sathi va sarfning yuqori qiymatlarida ro'y bergan. Kanalda suv may-iyun oylarida maksimal miqdorda olinadi. Lekin, suv sathi pasayganda ham deygish ro'y bergan. Xarakterli tomoni shundan iboratki, bir joyning o'zida bir necha marotaba deygish ro'y berishi mumkin. Masalan 1961 yilda kanalning bir joyida deygish ro'y bergandan so'ng, u joy graviy bilan to'ldirilgan, ahamiyatli tomoni shundan iboratki deygish natijasida paydo bo'lgan yuvilish voronkasi graviy bilan 5 marotaba to'ldirilgan.

Deygish ro'y berganda qirg'oqning yuvilish jadalligi 2m/soatgacha ko'tarilib, bir necha minglab kubometr hajmda gruntlar yuvilishini Amudaryo daryosining Tuyamuyun-Taxiatosh gidrouzellari oralig'idagi rasmlardan ko'rinib turibdi. Deygish ro'y berganda, yuvilish voronkasi diametri 50-60 metrni, chuqurligi 8-10 metrni tashkil etadi.

Ko'p yillik tatqiqotlar natijalari Qoraqum kanalining o'zani kundalang kesimi turg'unligi va tubi nishabligi turg'unligi deygish hodisasi orqali amalga oshganligini ko'rsatgan. Bunda ma'lum bir ketma-ketlik saqlangan. Dastlab, bir deygish ro'y bergan, keyin bu deygishdan tushgan mahsulotlar ikkinchi deygish ro'y berishiga zamin yaratgan. Shunday qilib deygishlar «keza» boshlagan. Deygishlar «qadami» esa 3-7 m. dan 15-40 m. gacha masofalarni tashkil etgan. Keyingi bosqichda suv oqimi deygish ro'y bergan joylar orasidagi chiqib qolgan qirg'oqlarni yuvgan va shu tarzda kanalning o'zani kengaygan. Ushbu holat quyidagi rasmda keltirilgan.



Rasm 2. Deygishning paydo bo'lishi bosqichlari: a) deygish ro'y berishi kutulayotgan joy; b) deygish ro'y bergan holat; v) Deygish oqim bo'ylab pastga harakatlanmoqda; g) Deygishlar zanjiri Qoraqum kanali bo'ylab «kezmoqda»

Qoraqum kanalida bu hodisa o'zan kundalang kesimini kerakli yuzasiga ega bo'lganligini uning 211 km.dagi stvorida o'tkazilgan gidrometrik o'lchov natijalaridan ko'rishimiz mumkin. Kanal o'zanining bu kesimdagi ko'ndalang kesim yuzasi 16.01.1962 yilda 160 m^2 ni tashkil etgan. Deygishdan keyin bu kesim yuzasi 1962 yilning iyun oyida 204 m^2 ni tashkil etgan. Kanalni gidravlik qulay kesim sharoiti uchun bu kesimdagi yuzasi kattaligi 192 m^2 ni tashkil etgan, demak 12 m^2 . Bu gidravlika nuqtai nazaridan ijobiy natija hisoblanadi.

Deygish kanalning to'g'ri chiziqli va egri chiziqli sohalarida ro'y berishi kuzatilgan. Egri chiziqli sohalarida asosan botiq qirg'oqda ro'y bergan bo'lsada, qavariq qirg'oqda ro'y bergan holatlari kuzatilgan. Deygishning ro'y berishi uchun mos sharoitlar mavjud bo'lishi kerak. Deygishning ro'y berishi va jadalligi suv oqimining kanal o'zanini shakllantirishda, hamda nanoslarni tashishda namoyon bo'ladigan o'zanni shakllantirish faoliyati bilan bog'liqdir.

Mahalliy deygishlarning turli gruntlar (ya'ni supes, suglinok, qumloq)da ro'y berganligi, uning ro'y berishi uchun mahalliy sabablardan tashqari, o'zanni shakllanish jarayoni tabiati bilan bog'liq sabablar ham borligini isbotlaydi. Deygish o'Ichamlariturli gruntlar va gidravlik sharoitlar uchun turlicha bo'lib, uning aniq bir qonuniyati ishlab chiqilmagan. Eng asosiy bunda oqimning qirg'oqqa ta'sirini o'rganish asosiy shartlardan biri hisoblanadi. Deygishni qanday ko'rinishda ro'y berishidan qat'iy nazar uning rivojlanishida ma'lum bir ketma ketlik paydo bo'ladi. Qirg'oqning va o'zan tubining yuvilishi, undan paydo bo'lgan nanoslarning tashilishi va bu mahsulotlarni deygish ro'y bergan sohadan tashqariga chiqarilib tashlanishi. Bu jaryonlarning ro'y berish rivojlanishining asosiy sharti sifatida deygish ro'y bergandan boshlab, toki uning natijasida o'zanga tushgan mahsulotni tranzit oqim sohasiga chiqishini ta'minlaydigan gidravlik qonuniyatlar zanjirini aniqlash kerak.

Kanalning o'zani tubi nishabligi uning turg'un holatiga mos kelganda, uning kundalang kesimi yuzasi suv oqimining gidravlik xarakteristikasiga mos kelgan sohalarda deygish hodisasining ro'y berishi sekinlashgan, lekin ro'y bergan. Deygishning kanal ko'tarilgan gruntlardan o'tgan joylarida ro'y berishi juda xafli hisoblanadi. Chunki deygish voronkasi diametri damba kengligidan katta bo'lib, kanalning shu kesimida suv urishi ro'y berishi mumkin.

2.14.3. Deygish hodisasining Amudaryo daryosi va Qoraqum kanalida ruy berishi mexanizmiva asosiy tiplari

Amudaryo daryosida deygishning ro'y berishi sharoitlari va qirg'oqning deformatsiyalanishi jarayoni xarakterida kelib chiqqan holda deygish jarayonini ko'rib chiqamiz. Deygish jarayonini bir necha tiplarga ajratamiz.

Birinchi tip-daryo qirg'og'ining jadal yuvilishi. Bu tip asosan suv sathi ko'tarilib, sarfi keskin oshganda ro'y beradi. Daryo qirg'og'ining yuvilishini asosiy sababi qilib, suv oqimining qirg'oqqa ag'darilishini ko'rsatish mumkin.

Ikkinchi tip-jadalligi birinchi tipdagiga nisbatan sustlashgan deygish. Bu su sathi keskin pasayib, sarf ham keskin kamayganda ro'y beradi. Bu holatda katta gidravlik gradientga ega bo'lgan filtratsiya oqimlari daryo tomongan harakatlana boshlaydi. Qirg'oq o'z og'irligi hisobiga o'tira boshlab, unda 10-15 m kengliklarda bo'ylama yoriq chiziqlar paydo bo'ladi va buning natijasida ajralgan massa qattiq gulduros ovoz chiqarib daryo o'zaniga qulaydi. Tashqaridan qaraganimizda birinchi tip deygishi ham xuddi shunday tarzda amalga oshadi. Lekin, unda filtratsion oqimlar ikkinchi tipdagichalik kuchga ega bo'lmaydi. Chunki, daryo tomondan suv sathi baland bo'lganda unga qarab harakatlanayotgan filtratsion qumlar kam bo'lib, ular quvvatsiz bo'ladi, shuning uchun deygish asosan suv oqimining ag'darilishi hisobiga

ro'y beradi. Lekin, bunda qirg'oq gruntining suv tasirida namlanib, ivishi va grunt zarrachalari jipsligi kamayishi deygishga moyillik ko'rsatishi mumkin. Har ikkala tipda ham deygish xarakteri oqimning qirg'oqqa urilish burchagiga ham bog'liq bo'ladi. Chunki, bu kattalik suv oqimining qirg'oqqa ag'darilish darajasini belgilaydi. Ikkinchi tip ancha katta masofada qirg'oqni buzsada, u suv sathi pasayganda ro'y berganligi sababli, o'zanga tushgan massaning uzoq maydalanishi, muallaqlashishi, transporti hisobiga ancha uzoq davom etadi.

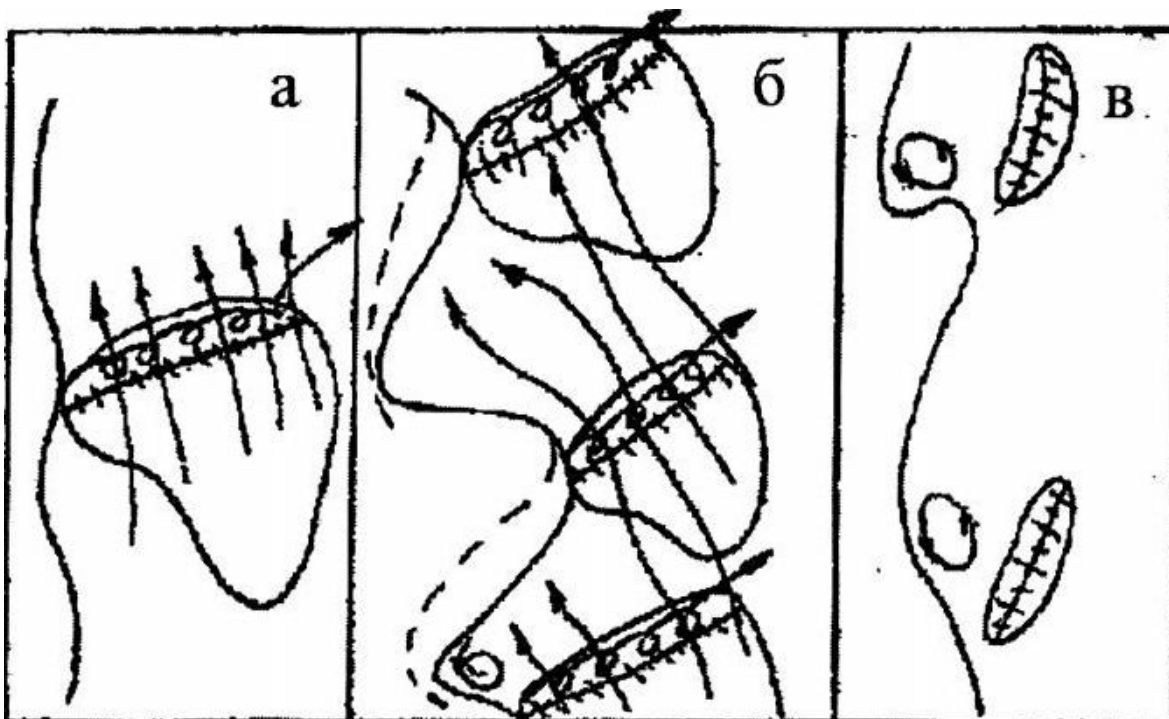
Uchunchi tip- bir jinsli gruntlardan o'tgan gidrologik rejimi (Sath va sarflari) deyarli o'zgarmas sharoitda amalga oshadigan deygish. Masalan, Qoraqum kanalidagi deygish hodisalari bunga yaqqol misol bo'ladi. Bu deygish hodisasini birinchi bo'lib, zamonasining yetuk mutaxasisi S.T.Altunin tadqiqot qilgan. Uning Amudaryo daryosida o'tkazgan tadqiqotlari natijasiga ko'ra, deygishda oqim tezligi 1-1.5 marotaba oshishi, suv sathi nishabligi 2-3 marotaba oshishi, suv sathining ko'ndalang nishabligi 15-20 sm.ni tashkil etishi aniqlangan. Deygishni turli tadqiqotchilar o'z imkoniyatlari va o'tkazgan tadqiqotlari natijasiga asoslanib, turlicha talqin qilishgan. Shular bilan tanishamiz.

Deygish hodisasining asosiy ilmiy faoliyatini Markaziy Osiyo daryolari va regiondagi gidrotexnik, gidrotexnikada mashhur Altuninlar sulolasi asoschisi S.T.Altunin tomonidan 1961 yilda taklif etilgan taqini. Uning fikricha, botiq qirg'og'dagi oqimga daryoning sayoz qismida suv oqimi kelib uriladi. Bunda ular qiro'qda dimlanish hosil qilib, qirg'oqdan nanoslar jadallik bilan o'zanga tusha boshlaydi. Bu tushayotgan nanoslar qirg'oq yaqinidagi oqim naporini oshira boshlaydi va bu oqimga teskari yo'nalishda tarqala boshlaydi. Suv sathi ma'lum balandlikka ko'tarilib, keyin to'siqni yuvadi. Yana nishablik va tezlik oshadi, buning natijasida yuvilish jarayoni ro'y beradi. Oqim yana yuksizlanadi va jarayon qaytadan boshlanadi.

Deygish hodisasining K.F.Artamanov tomonidan 1963 yilda taklif etilgan talqini. Deygish sababi qilib suv oqimi sathi keskin oshganda, sarfni tez oshishi oqim sterjeni vaziyatini o'zgartirishi yoki suv sathi tushib, sarf kamayganda oqim qirg'oqqa ag'darilib, uning sayozlashishini ko'rsatgan. Ag'darilgan oqim asosiy va ikkilamchi sirkulyasiyalanishga bo'linadi. Bu kundalang sirkulyasiyalar qirg'oqni yuvilishiga olib keladi.

Deygish hodisasining o'zbek gidrotexnikasining birinchi olimi,ustoz akademik A.M.Muxamedov va V.S.Lapshenkovlar tomonidan 1961 yilda taklif etilgan talqini .

Katta miqdordagi nanoslar uyumining ko'chishi o'zanni qayta shakllanishiga extiyoj yaratadi. Bu qayta shakllanish sarfni o'zgarishida davom etib, nanoslarning cho'kishi oshadi, o'zan sterjeni ko'miladi. Oqimning qirg'oqqa tomon ag'darilishi ro'y beradi va qirg'oq yuviladi. Yuvilishdan hosil bo'lgan mahsulotlar qattiq jismlarning bo'ylama sarfi balansini buzadi, ular qirg'oqqa yaqin sohada o'zan tubiga tuplanadi va qirg'oq relyefini shakllantiradi. Ular siljiy boshlab, o'lchamlarini kattalashtira boradi. Suv oqimining tezligini oshishi bilan rifelning qirg'oq tomoni tugash qismidan orqada qola boshlaydi. Shu vaziyatdan boshlab rifellar qiyshaya boshlaydi va suv oqimi deygish shaklini oladi. Bu quyidagi rasmda ifodalangan.



Rasm 2. Deygishning shakllanishi akademik (A.M.Muxamedov talqini).

a) rifelning qiyshayishi; b) deygish hodisasi rivojlangan sharoitda oqim sxemasi; v) deygish yo'qolgandan so'ng rifel qoldiqlari.

Eski oqimchalar egrilanadi, rifellar chuqurligida qirg'oqdan o'zan tomonga kuchli spiralsimon oqim paydo bo'lib, qirg'oqning yuvilishi jadallashadi. Akademik A.M.Muxamedov va V.S.Lapshenkovlar shu tarzda deygishni rivojlanishini talqin qilishgan.

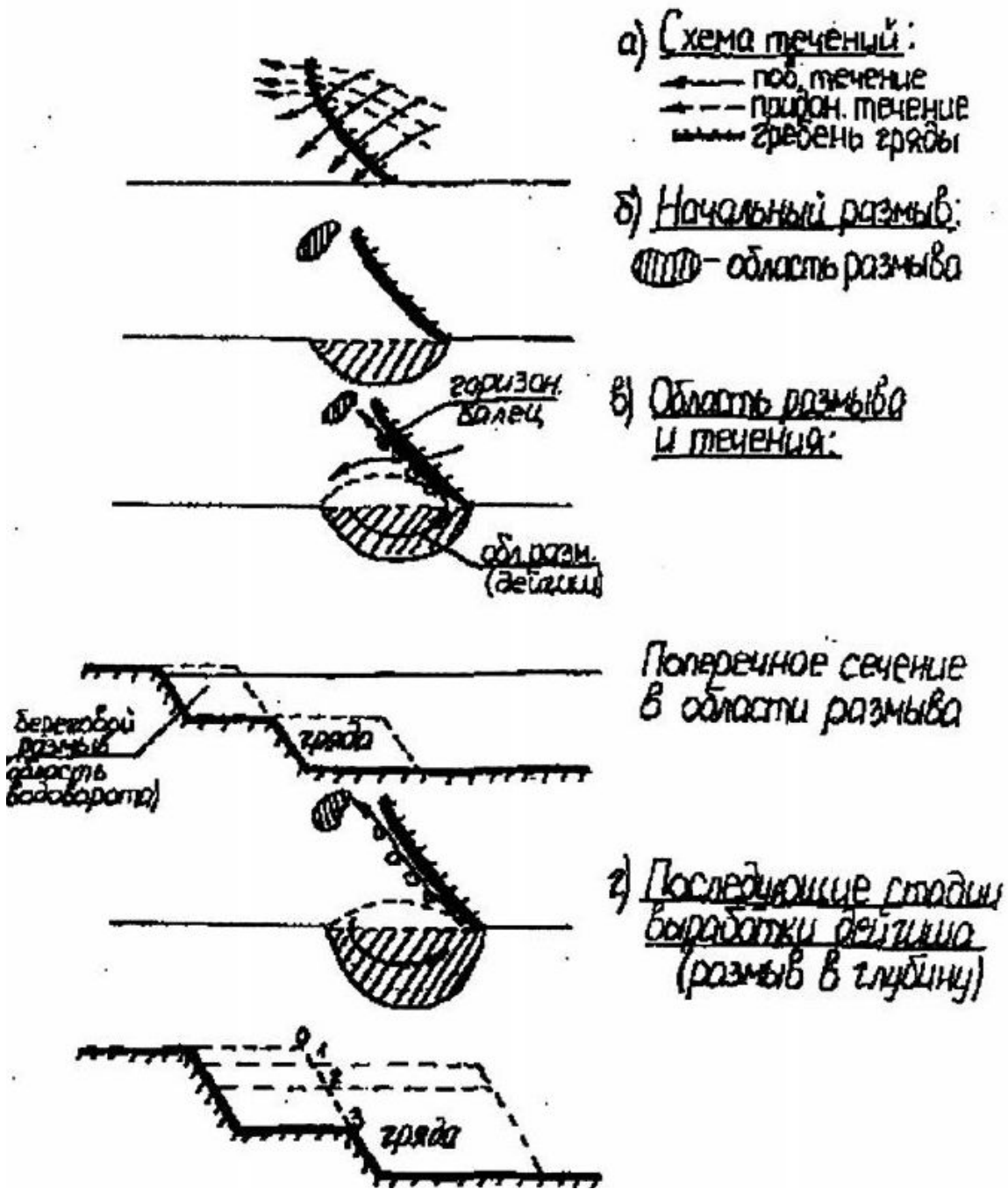
Deygish hodisasining D.A.Atashev tomonidan 1970 yilda taklif etilgan talqini. Uning talqiniga asosan, suv oqimi o'zan qirg'og'iga o'zini o'zgartirayotganda ag'darilishi mumkin. Qayta shakllanish earayoni sekin harakatlanayotgan balandligi 2-3 metr bo'lgan o'zan tubi nanoslari tizimiga bog'liq bo'ladi. Bu tizimi oqimning ostidagi oqimchalar yo'nalishini o'zgartirib, o'zan qirg'og'iga oqimning keskin va

jadal mahalliy ag'darilishini keltirib chiqaradi. D.A.Atashev deygishni beshta ko'rinishga ajratgan: bo'ylama vintsimon kesuvchi deygish, qirg'oqqa parallel deygish, oqim harakati bilan amalga oshuvchi deygish, uruluvchi deygish va katta urilish burchaklariga ega deygish.

Mejen davrida daryo o'zanlarida orolchalar va tarmoqlar paydo bo'lib, ular ko'pincha o'zan qirg'og'iga tomon oqimlarini yo'naltiradi. Bu oqimlar tezligi kattaligi hisobiga qirg'oqqa urilib, uni yuva boshlaydi.

Deygish hodisasining D.S.Sariev tomonidan 1963,1966 yillarda taklif etilgan talqini.

O'zandagi qaytashakllanish jarayonida o'zan qirg'og'i yaqin sohasida ikkinchi darajali qirg'oqchalar-o'zan tubi nanoslari tizimi paydo bo'ladi. Bular qiro'oqning yemirilishi hisobiga to'lib boradi. Oqimning bo'ylama tezligi oshib, nanoslar tizimi qiyshaya boshlaydi. O'zan tubi nanoslarining qiyshayishi qirg'oqning yuvilishini jadallashtiradi. Agar o'zan tubi nanoslari tizimi tez siljiy boshlasa, o'zaning oqim bo'ylab kengayishi kuzatiladi. Sekin siljish amalga ohsa mahalliy deygish ko'zatiladi. O'zanda qirg'oqqa yopishgan o'zan tubi nanoslari tizimini mavjudligi oqimni, xususan uning ostki qismini siqadi. Suv oqimi uni aylanib o'tayotganda tizimning ostki qismini yuvadi. Yuqori qatlamda oqim o'zan tubi nanoslari tizimining tepalikchalar balandliklari hisobiga o'zan qirg'og'iga ag'darilib, uni yuva boshlaydi. Bu dastlabki yuvilishlar birdan deygish shaklini egallaydi. Qirg'oq sohasida suv aylanmalar paydo bo'lib, dastlabki daqiqalarda u yuvilish sohasidan gruntlarni chiqara boshlaydi. Keyingi bosqichda qirg'oq sohasidan o'tayotgan oqimni chetlashtirib, o'zi qirg'oqni yuvish jarayonini boshlaydi va yuvilishdan hosil bo'layotgan mahsulotlarni yuvilish zonasidan chiqarib tashlay boshlaydi. Jadallashgan suv aylanmasi nafaqat o'zan qirg'og'ini, balki o'zanning qirg'oq sohasidagi tubini ham yuva boshlaydi. Bunda o'zan tubi nanoslari tizimi tepalikchalari ham yuvila boshlaydi. Suv aylanmasining bu faoliyati deygishning quyidagi rasmda ifodalangan to'liq shakllangan ko'rinishini amalga oshiradi.



Rasm 2. Deygish hodisasining D.S.Sariev tomonidan taklif etilgan deygish hodisasi gidravlik sxemasi .

O‘zan tubi nanoslari tizimi podvali-chuqur sohasida vintsimon oqim harakati paydo bo‘lib u aylanma va qirg‘oqdan o‘zan o‘rta qismiga tomon ilgarilanma harakatlana boshlaydi va qirg‘oqdagi gruntни o‘zan o‘rtasiga siljishiga sababchi bo‘ladi. O‘zan qirg‘og‘i vertikal yoki teskari qiyalikka ega bo‘la boshlab, qirg‘oq yemiriladi va jarayon qaytariladi. Albatta bu jaryonga boshqa omillar ta’siri ham mavjud. Masalan, agar qirg‘oq suv ta’sirida maydalanib ketuvchi gruntlardan iborat

bo'lsa, jarayon yanada tezlashishi mumkin. Hozirda Tojikiston xududida qurilishi rejalashtirilayotgan Ragun suv ombori to'g'oni to'sadigan daryo o'zani qirg'oqlari ostki qismi kvars toshlardan iborat. Bu toshlarga suvning ta'siri ularda yemirilish jarayonini tasavvur qilib bo'lmaydigan darajada jadallashtirib, juda katta salbiy oqibatlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Shunday qilib, deygish hodisasi daryo va kanal o'zanlarida turli sharoitlarda turli ko'rinishlarda shakllanib, amalga oshishi mumkin. Uning paydo bo'lishidagi asosiy shartlar oqimning katta tezlikka ega bo'lishi, daryo va kanal o'zanlari grunti zarrachalarining maydaligi, daryo va kanalda harakatlanayotgan suv va nanoslar sarfi munosabatlarini o'zgarishiga sabab bo'luvchi o'zanlarning torayib kengayishi kabi omillar bo'lishi mumkin.

2.15. O'zan qayirlarini tiplarga ajratish

2.15.3 Qayirlar va ularning paydo bo'lishi

Qayir deganda biz o'zandagi jaryonlar natijasida pydo bo'lib, o'zanning plandagi deformatsiyalanish jarayonida aniq ko'rinishga ega bo'ladigan daryo sohilining suv bosadigan uchastkasini tushunamiz. Qayirlar allyuvial grunlar qatlamlaridan iborat bo'ladi. Qayirlarning kesimini tahlil qilinganda uning ostki qatlami o'zan tubi nanoslaridan ustki qatlami esa muallaqlashgan nanoslar qatlamidan iboratligini ko'rish mumkin. Qayirni ostki qatlami uning relefini xarakterlaydi. Lekin, muallaqlashgan nanoslar qatlami qalin bo'lgan holatlarda relyefga ular ham ta'sir qiladi.

Qayirlar juda hosildar yerlar hisoblanadi. Hozirgi davrda juda muhim ahamiyatga ega yo'llar, gazoprovod, elektroenergiya liniyalari va boshqa kommunikatsion inshootlar aynan qayirlarda qurilmoqda. Shu sababli qayirlar gidrologlar, gidromorfologlar, transpor sohasi va qishloq hamda suv xo'jaligi sohasi mutaxasislar tomonidan keng miqiyosda tadqiqot qilingan. Hidrologiyada qayir asosan sarfni o'lchashni qiyinlashtiruvchi omil sifatida qaralgan. Bundan tashqari quyilish chegaralari va davomiyligida ham qayirlar o'rganilgan. Hozirgi daryolar uchun qayirlar faoliyat maydoni hisoblanadi. Shu sababli, qayirning shakllanishi va relefi shakllanishi bo'yicha yagona qarash mavjud bo'lmagan. Bu nyuanslar qayirlarga oid ma'lumotlar bazasini umumlashtirishni murakkablashtiradi. Poymadagi oqimninggidrologik rejimi, tezlik maydoni va boshqa omillar haqida ma'lumotlar bazasi yaratilmagan.

Qayirlarni tiplarga ajratish bo'icha R.A.Elenevskiy tadqiqotlar olib borib, o'z klassifikatsiyasini yaratgan. Ularni umumlashtirida asosiy o'qni tanlay olmagan

bo'lsada, asosiy ko'rinishlarni barchasini e'tirof etgan. E.V.Shanser esa qayirlarning tipi o'zandagi jarayonlar tipigp bog'liqligini e'tirof etgan. Chunki, qayirlar o'zanning plandagi deformatsiyalanishi mahsuli ekanligi ma'lum. Uning bu qarashi keyinchalik GGI ning gidromorfologik nazariyasida o'z o'rnini topdi.

2.15.2. «Qayir massivi» tushunchasi va uning tiplari

Daryo qayirlarinig tiplarga ajratishdagi alohida ko'rinishi bu qayir massividir. **Qayir massivi**- bu kelib chiqishi umumiy, qatlamlarning shakllanishi bir xil bo'lgan, suv bilan to'lishi va suv siqib ketishi, tezlik maydoni va boshqa gidravlik parametrlari bir xil bo'lgan qayir uchastkasidir. Qayir massivining asosiy belgisi, bu sohil tubi sohasida daryo o'zaninig vaziyatidir. Nisbatan sodda ko'rinishdagi qayir massivlari chegaralangan meandralanishda mavjud bo'lib, bunda o'zan voha tubini to'liq kesib o'tadi va qayir massivi daryo egri bugriligining bitta uchastkasi bilan chegaralangan ko'rinishda bo'ladi.

Erkin meandralanishda esa, voha tubini meandralanish belbog'lari egriliklarini kesib o'tadi va qayir massivining chegaralanishi bir necha egri bugiliklardan iborat bo'ladi. Tugallanmagan meandralanishda ham xuddi shu vaziyat bo'lib, qayir massivi menadralanish belbog'i egriliklari bilan chegaralangan bo'ladi.

Yuqrida sanab o'tilgan qayir massivlari asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

1. Massiv qiyaligi daryo oqimi bo'ylab pastga va o'zandan voha qiyaligi tomonga yo'nalgan bo'ladi;

2. Massivni suv bosishi uning pastki qismidan boshlanib, keyin massiv yuqorisidagi qum qatlamli uyumlari ishlana boshlanadi. Suv bu qirg'oq qoshlaridan faqat suv sathining yuqori ta'minlanganligi 1% bo'lganda oshib o'tadi.

Shu bilan birgalikda chegaralangan, erkin, tugallanmagan meandralanishda paydo bo'lgan qayir massivlari o'rtasida o'zaro farqli tomonlar mavjud.

Chegaralangan meandralanishda qayirni suv bosgandagi tranzit oqimlar voha o'qi bilan parallel harakatlanadi.

Erkin meandralanishda oqimning murakkab sistemasi paydo bo'ladi. Ayrim hollarda teskari oqimlar ham paydo bo'ladi. Massivning pastki tomonidan o'zandagi oqimga teskari yo'nalishda oqim paydo bo'lsa, ikkinchi tomonida o'zandagi oqim yo'nalishi bilan bir xil oqim paydo bo'ladi, bir akkumlyatsion sig'imdan yon sig'imga harakatlanuvchi turli yo'nalishlariga ega oqimlar ham paydo bo'ladi. Bularning barchasi oqimlar sxemasini murakkablashtiradi.

Tugallanmagan meandralanishda Suv oqim o'zanni rostlashi mavjud bo'lganligi uchun oqi harakat yo'nalishi tartiblashadi. Bir holatlarda bir nechta

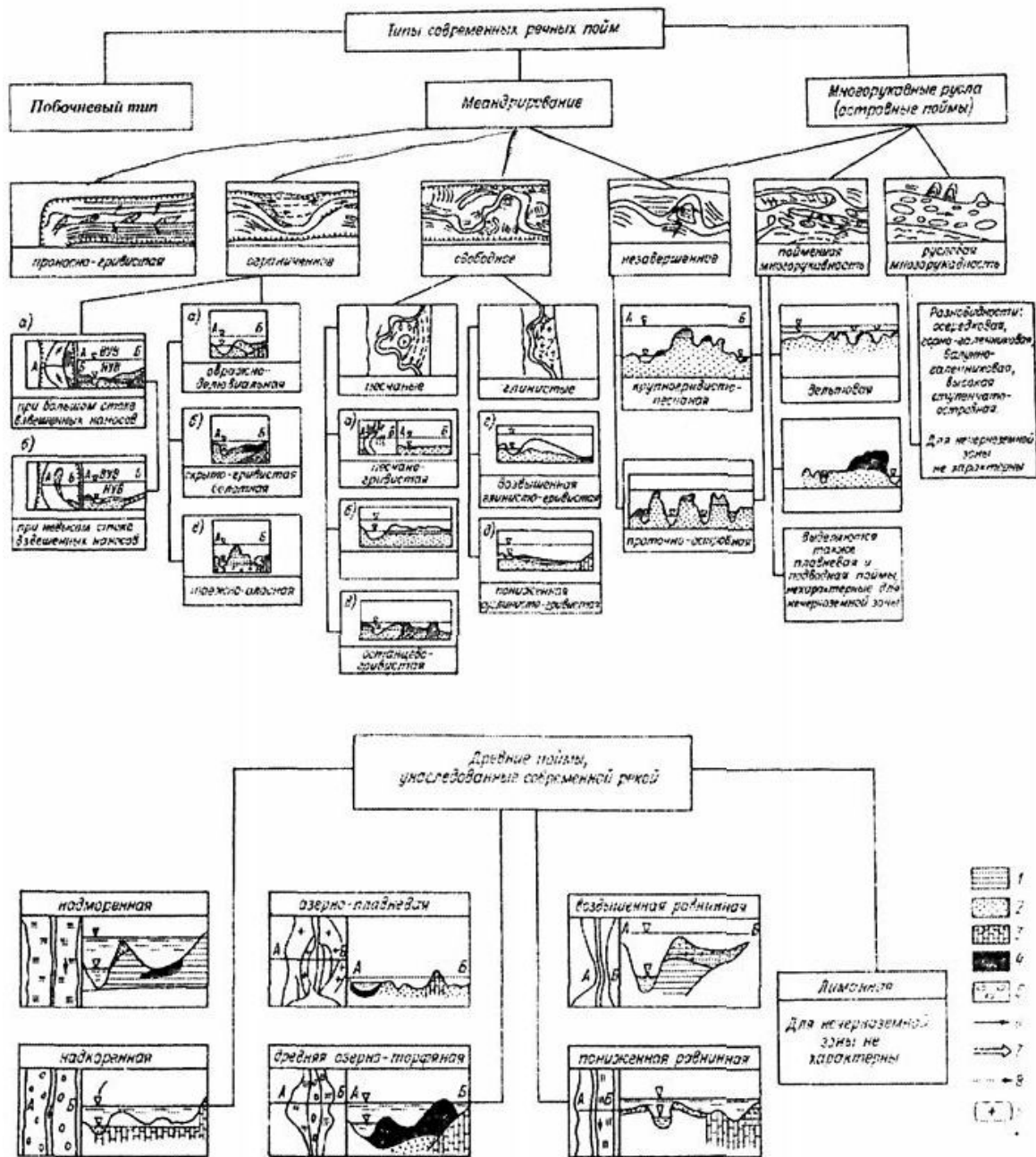
parallel oqimlar ham paydo bo'ladi. O'zandagi tarmoqlanishda o'zan qiro'qlari bo'ylab joylashgan, orolchalar mavjud bo'lgan qayir shakllanadi. Bu orolchalar qiyaliklari turlicha bo'lib, ular turli yo'nalishdagi oqimlarni paydo qiladi. Bu holatda qayir massivi tushunchasi o'zaniq manosini yo'qotib, u orolchalar guruhidan iborat bo'ladi.

I.V.Popov va N.P.Kochanenkova 15 ta katta daryolarning qariyib 100 000 km uzunligi uchastkalarining qayirlarini o'rganib quyidagilarni e'tirof etishgan:

- Qayirlarning 1 %i oldingi daryo o'zaninig qoldig'i;
- Qayirlarning 48% chegaralangan meandralanishda paydo bo'lgan;
- 51% erkin meandralanish mahsuli bo'lgan;
- Daryo uzunligining 53% ida chegaralangan meandralanishda qayir maydoning 53%ini qayir massivlari egallagan;
- Daryo uzunligining 34%ini daryo o'zani va vohasi bir biriga moslashmasligi natijasida paydo bo'lgan fragmentlar joylashgan bo'lsa, 13% meandralanish belbog'ini butun daryo vohasini egallay olmagan natijasida paydo bo'lgan massivlar egallagan;
- Erkin meandralanishda daryo uzunligining 34%ida 3-10 ta egri bugrilikni qamrab olgan qayir massivlari, 7%ida 10-50 ta egri bugrilikni qamrab olgan qayir massivlari, 6%ida 20-25 ta egri bugrilikni qamrab olgan qayir massivlari joylashib, 10% masofada meandralanish belbog'lari o'zanni rostlaganligi kuzatilgan.

2.15.3. Qayirlar tiplari

Qayir ko'rinishlarining o'zandagi jarayonlar ko'rinishlariga bog'liqligini inobatga olib ularni tiplarga ajratish 1969 yilda I.V.Popov tomonidan amalga oshirilgan bo'lib, u bir qancha me'yoriy hujatlarga asos qilib olingan.



Rasm 2. Qayirlarni tiplarga ajratish GGI

Daryo qayirlarini zamonaviy va eski o'zandan meros bo'lib qolgan meros qayirlarga ajratish maqsadga muvofiqdir.

Zamonaviy qayirlar qayirdagi jarayonlar(qayirda oqim harakati mavjud) faolligi, erozion akkumlyasion jarayonlar jadalligi, hozirda davom etayotgan o'zandagi jarayonlar bilan uzviy bog'langanligi bilan xarakterlanadi.

Meros qayirlar - relik(qadimdan saqlanib qolgan) bo'lib, daryo yoki ko'l ta'sirida paydo bo'ladi, kam harakatlanuvchi bo'ladi. Ular suv bilan

ta'minlanganlikning boshqa darajasida paydo bo'lgan bo'lsada, o'zandagi jarayonlarning o'sha davrdagi ko'rinishi bilan uzviy bog'langan bo'ladi.

Zamonaviy qayirlar o'z navbatida ikkiasosiy sinfga bo'linadi:

Meandralanuvchi daryolar qayiri Bu qayir o'zandagi jarayonlar ko'rinishiga bog'liq holda chegaralangan, erkin, tugallanmagan meandralanuvchi qayirlarga ajratiladi. Tugallanmagan meandralanuvchi qayirlar o'zanning rostlanishi hisobiga orol qayiriga aylanishi mumkin;

Orol qayirlari. Bu ko'rinish tugallanmagan, qayirdagi va o'zandagi tarmoqlanish kabi o'zandagi jarayonlarning ko'rinishiga bog'liq holda shakllanadi. Orol qayirlari o'zining ko'pfragmentlilik bilan boshqa qayirlarda keskin farq qiladi. Chunki, ko'p tarmoqlik sharoitida deformatsion jarayonlar turli sxemada va ko'rinishda rivojlanishi mumkin.

Ta'kidlash lozimki, har bir qayir ko'rinishiga o'zandagi jarayonning aniq bir ko'rinishi mos keladi. Demak, qayirni paydo bo'lishi asosiy omillari sifatida, suv oqimi va nanoslar sarfiligini e'tirof etishimiz mumkin.

Shunday qilib, qayirlarni shartli ravishda qayta tiklanmaydigan deformatsiyalanishning xususiy shakli sifatida qabul qilishimiz mumkin. Qayir massivlarining tuzilishiga ta'sir etuvchi ikkinchi omil sifatida muallaqlashgan nanoslar va o'zan tubi nanoslari munosabatlarini qabul qilishimiz mumkin. Muallaqlashgan nanoslarning kam miqdori pastlashgan qayirlarni shakllantirsa, katta miqdori baland qayirlarni shakllantiradi. Bu tiplar chegaralangan va erkin meandralanishda yaqqol namoyon bo'ladi. R.A.Elenevskiy o'z tasnifida bu alomatga asosan, qumli va tuproqli qayirlarni ham ajratgan. Chegaralangan meandralanishda bu munosabatlar daryoning tor uchastkalarida vohaning daryo o'zani tomoniga qiyalanishini keltirib chiqaradi.

Qumli qayirlar erkin meandralanishning voha tubi bo'ylab bitta meandralanish belbog'i joylashgan holatda qumli graviyli qayirlarni tashkil qilsa, eski meandralanish belbog'lari hosil bo'lgan holatda pog'onali graviyli qayirlarni shakllantiradi. Tuproqli qayirlar o'zandagi jarayonlarning erkin meandralanishi ko'rinishida, muallaqlashgan nanoslar miqdori oqim tarkibida ko'p bo'lganda baland tuproqli elsimon qayirlarni tashkil qilsa, ularning kam miqdorida pastlashgan suglinokli elsimon ko'rinishini tashkil qiladi.

Tugallanmagan meandralanish sharoitida, qayirni o'z tarkibida kam miqdorda muallaqlashgan nanoslari bo'lgan oqim ma'lum bir chuqurlikda bosgan sharoitda yirik graviy-qumli qayir shakllansa, qayirni o'z tarkibida ko'p miqdorda

muallaqlashgan nanoslari bo'lgan oqim katta chuqurlikda bosgan sharoitda tarmoqli orollarli qayir shakllanadi. Bu tarmoqlar soni bir nechta bo'lishi mumkin.

Qayir tarmoqlanishi sharoitida qayirni shakllanishiga daryo deltasining yaqinligi ta'siri ko'rsatadi. U delta, baland orollardan iborat eski delta, suzuvchi va dengiz tomondan daryoning quyilish sohasiga qadaluvchi suv osti qayirlariga bo'linadi. R.S.Chalov qayirlarni tipga ajratish bo'yicha GGIning klassifikatsiyasiga o'xshash klassifikatsiya taklif etgan. Unda qayirlar meandralanuvchi, tarmoqlarga tarmoqlangan va nisbatan to'g'ri chizikli tarmoqlanmaydigan daryolar o'ziga mos keluvchi uchta ko'rinishga ajratilgan. Qayirlar sirti ham o'z navbatida kichik ko'rinishlarga ajratilgan. Klassifikatsiyadan ko'rinib turibdiki, qayirlar o'zanalarga nisbatan kam o'rganilgan. Buni qayirlarning o'zanga nisbatan murakkab tuzilishi va ularni suv doimo emas, har zamonda suv bosishi bilan tushuntirish mumkin. R.S.Chalov kvalifikatsiyasi quyidagi rasmda keltirilgan.



Rasm2...Qayirli pasttekislikdagi daryolarning o'zandagi deformatsiyalar erkin rivojlangan sharoitida tasniflanish sxemasi.

2.16. Markaziy Osiyo regioning tog'li xududlarda oqadigan daryolarda kechadigan o'zandagi jarayonlar va ularning hususiyatlari

Bizga ma'lumki, regionimiz xududidan oqib o'tadigan barcha daryolarimiz asosan, tog'li xududlarda irmoqlar ko'inishida boshlanib, keyin ular o'zaro qo'shilib,

yaxlit daryo ko‘rinishida o‘z harakatini pastekisliklarda davom ettiradi. Bugungi kunda sanoatning keskin va jadal rivojlanishi, region aholisining oziq ovqat mahsulotlariga, xalq va qishloq xo‘jaligi mahsulotlari ishlab chiqarilishini oshishi va shu talabdan kelib chiqqan holda irrigatsiya va energitikani rivojlanishi, daryolarni boshqarilish rejimini tog‘li xududlarda boshlanishi davr talab qilmoqda.

Hozirgi davrga kelib, tog‘li xududda oqadigan daryo o‘zanida qurilgan GTI inshootlarni ishlash rejimini to‘g‘ri tashkil qilish, irrigatsion yoki energetik maqsadlarni ko‘zlab qurilishi mo‘ljallanayotgan inshootlarning to‘g‘ri loyihalashtirilishi uchun o‘sha xudud daryolarida kechadigan o‘zandagi jarayonlarni baholash darajasini aniqligi muhim ahamiyatga ega.

Ta’kidlash lozimki, bizning tog‘li xudud daryolarida kechadigan deformatsion jarayonlar jadalligi, gidravlik va nanoslar rejimi haqidagi bilim doiramiz etarli darajadan ancha past.

Uzoq vaqtlar davomida tog‘li xudud daryolari stukturasiz harakat bilan xarakterlanadi deb hisoblab kelingan. Agar past tekislik daryolarida nanoslarning asosiy manbai sifatida suv yig‘iladigan maydon erroziyasi deb qabul qilingan bo‘lsa, tog‘li xudud daryolari uchun tog‘ jinslaridan ajralib qulagan, o‘rtacha diametri 1 m atrofida bo‘lgan materiallar bo‘lib, ularning ma‘lum bir qismini daryo o‘zanida harakatlanadiga oqim nanos sifatida tashiy olmaydi.

So‘nggi tadqiqotlar natijalar bunday nanoslar tog‘dan o‘pirilgan xarsanglar va ko‘chkilarning roli faqat daryoning gidrografik tarmog‘i yuqori sohasida sezilarli bo‘lib, tog‘li xudud daryosining o‘rta va quyi oqimlari sohasida past tekislikdagi daryolaridagi sturuktura shakllariga o‘xshash bo‘lishini va bular o‘zandagi jarayonlarning boshqa omillari bilan bir qatorda o‘zan shaklini aniqlashini ko‘rsatdi. Shunga mos ravishda, tog‘li xudud daryolari bo‘yicha quyidagilarni alohida ta’kidlash mumkin:

1. O‘zandagi jarayonlarni aniqlovchi omillar tog‘li xudud va past tekilikdagi daryolar uchun turlicha aniqlanadi. Tog‘li xudud daryolari uchun ularning egallagan o‘rni oshadi;

2. Tog‘li xudud daryolari o‘zanlariga nanoslar nafaqat uning gidrografik tarmog‘idan, balki gravitatsion kelib chiqqan tog‘dan o‘pirilgan xarsanglar va ko‘chkilar hisobidan kirib keladi. Oqim ularning ayrimlarini tashishi mumkin, qolgan qismi qaytib yana jism sifatida o‘zanda qoladi, juda sekin noregulyar tarzda siljishi mumkin;

3. Tog‘li xudud daryolarida nanoslar o‘zan tubi nanoslari va muallaqlashgan nanoslar ko‘rinishiga aniq bo‘linadi;

4. Tog‘li xudud daryolarining eng baland va o‘rtacha balandlikdagi uchastkalarida qayirlar kichik o‘lchamlarda mavjud bo‘ladi yoki umuman bo‘lmaydi. Qayirlarning mavjudi reliktni bo‘lishi yoki suv sathi katasrofik tarzda oshganda umuman yemirilib ketishi mumkin;

5. Past tekislikdagi daryolar nanoslarni yil davomida tashiydi, tog‘li xudud daryolari esa nanoslarni faqat suv sathi ko‘tarilgan va sarfning katta qiymatlari bo‘lgan davrda tashiydi, juda kam holatlarda suv bilan kam ta‘minlangan davrlarda tashishi mumkin.

Tog‘li xudud daryolari o‘zanlaridagi jarayonlarni tiplarga ajratish bo‘yicha ko‘p ishlar qilingan, shulardan faqat A.N.Kroshkin taklif etgan tiplarga ajratish e‘tiborni o‘ziga tortadi. U quyidagi jadval ko‘rinishida keltirilgan:

Daryolarning tog‘li xududi uchastkalarining allyuvial qatlamli turg‘un sohasi gidrotexnik klassifikatsiyasi (A.N. Kroshkii talqini)

Daryo uchastkasi	Daryo o‘zani tipi	O‘zan tubi nanoslari	h/D_{ot} m	$S, m^{0.5/se}$	otm	g
Baland tog‘li xudud	Meandralanmaydigan (suv oqimi uchun)	O‘zan tubi nanoslari >	1	10	<2, 1,2	5
Tog‘li xudud	Meandralanmaydigan (chegaralangan)	O‘zan tubi nanoslari 1	1-3	10-20	2,5-	,2-
Tog‘li-og‘ oldi	Meandralanmaydigan (chegaralangan)	O‘zan tubi nanoslari 0	3-30	20-40	3,5-	.08
Tog‘ oldi	Erkin va chegaralangan meandralanis	O‘tuvchi, O‘zan tubi <	30	40	>5.	5 0,3

Eslatma:

$$m = 1.5 + \frac{0.314Fr}{\sqrt{g}}$$

Bu klasifikatsiyaga asosan, tog‘li xudud daryolari quyidagi guruhlarga bo‘lingan:

1) Morfologik alomatlariga asosan: tog‘ izmasi bo‘ylab, unga ko‘ndalang va diagonali bo‘yicha joylashgan uchastkalari va daryoning boshlanishidagi yuqori, o‘rta, past uchastkalari;

2) Daryo o‘zani gruntlari xarakteriga qarab: skalali, o‘tuvchi va allyuvial;

3) Sel oqimi ta‘siriga qarab: ta‘sirga tushadigan va ta‘siriga tushmaydigan;

4) Plandagi ko‘rinishiga qarab: to‘g‘ri chiziqli, sekin egri bugrilanadigan, egri bugrilanadigan, tarqalgan;

5) Qayirlashganligi darajasiga qarab: darali, vodiqli, qayirli, joyini tez o‘zgartiradigan;

6) O‘zandagi jarayonlar bo‘yicha: chuqur sohali, sayoz sohali, tarqalgan, o‘z joyini tez o‘zgartiradigan, selli.

Jadval ko‘rinishidagi bu klassifikatsiyadagi daryolarning oqimi sarfi o‘zanni shakllantiruvchi qiymatdan yuqori bo‘lgan holat uchun olingan.

Moskva Davlat Universiteti olimlari N.I.Makaveyev va R.S.Chalovlar klassifikatsiyasida bu daryolar quyidagi beshta tipga ajratilgan:

1) Tekislik uchastkalari;

2) Yarim tog‘li xudud uchastkalar;

3) Rivojlangan o‘zan shakllariga ega tog‘li xudud uchastkalar;

4) Rivojlanmagan o‘zan shakllariga ega tog‘li xudud uchastkalar;

5) Sharshara ko‘rinishidagi pog‘onalashgan tog‘li xudud uchastkasi.

Bu tiplarga ajratishda universitet olimlari o‘zanlar shakli (ularning turli tumanligi, tashkil topish shakli, o‘zandagi shakllarini va deformatsiyaning o‘zgarishlari)ni oqimning nanoslarni tashish shakliga mosligi darajasini asos qilib olishgan.

Z.D.Kopiliani G‘arbiy Gruziya tog‘li xudud daryolari misolida ular o‘zanidagi jarayonni tiplarga ajratgan. Ya‘ni, ularda kechadigan deformatsion jarayonlarni umumiy sxemalarini ishlab chiqqan. U ishlab chiqqan o‘zandagi jarayonlarning 5 ta tipidan uchtasi tog‘li xudud daryolari uchun ta‘luqli bo‘lgan.

2.17. Sel oqimlari, ularning tasnifi, sel oqimlari harakatlanadigan daryolarning hususiyatlari. Markaziy Osiyo xududida sel kelishi. Sel oqimlari bilan kurashish metodlari

Dastlab sel tushunchasiga aniqlik kiritamiz. Bizga ma‘lumki, kuchli yog‘ingarchilik bo‘lganda yomg‘ir suvlari to‘planib, o‘ziga o‘zan yaratib ma‘lum bir yo‘nalishda harakatlanadi va o‘z yo‘nalishida uchragan tog‘li xududdagi suv havzachalari va orlochalarini suv bilan to‘ldirib, ularni buzadi va oqim miqdorini ular hisobiga kuchaytiradi va jadallashgan ko‘rinishda harakatni nishablik tomonga qarab davom ettira boshlaydi. Tog‘li xududlarda bu paydo bo‘ladigan oqimlar

nishablikning kattaligi hisobiga juda katta tezlikka ega bo'ladi. Tezlikni katta qiymatga ega bo'lishi oqimga o'z tarkibini kattiq jism zarrachalari bilan to'yintirish imkonini beradi. Bu paydo bo'lgan suv+qattiq jism zarrachalari, bo'laklaridan iborat oqim *sel* deb yuritiladi. Albatta selda kattiq jism miqdori yuqori darajada bo'ladi. Sel oqimlarining kutilmaganda paydo bo'lishi va qisqa bir davrda oqib o'tishi uning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi.

Sel oqimlarida juda katta diametrli xarsanglar va qirrali tog' jinslari ko'p miqdordagi nanoslar bilan birga harakatlanadi va uning buzuvchanligi baholab bo'lmaydigan darajada katta bo'ladi. Selning loyqalanganligi ham juda katta qiymatlarga teng bo'ladi. Ma'lum bir masofalarda u quyqa ko'rinishida harakatlanadi.

Agar Faqat Markaziy Osiyo xududida va Kozog'istonning janub qismida qariyb 2500 sel oqadigan o'zanlar mavjudligini, ular orqali so'nggi 100 yil mobaynida 6000 marotaba sel oqimlari o'tganligini e'tirof etadigan bo'lsak, dunyo miqiyosida ularning miqdorini va ta'sirini tasavvur qilishimiz mumkin.

Hozirgi davrgacha Markaziy osiyo xududida paydo bo'lgan sel oqimlarining 66% miqdori O'zbekiston va Qirg'iziston respublikasining mamlakatimizga tutashgan rayonlarida paydo bo'lgan. Atigi 10% Tojikiston xududida va qolgan qismi Qozog'iston janubida paydo bo'lgan.

Sel oqimlarining yarmidan ko'p qismi Farg'ona vodiysida ro'y bergan bo'lib, bu xududda 2700 sel oqimlari o'zani mavjud. Markaziy Osiyo xududida sel xavfi yilning mart-avgust oylarida mavjud bo'ladi. Asosan uning maydo bo'lishi aprel-may oylariga to'g'ri keladi. Umuman, sel oqimining paydo bo'lishiga nafaqat yog'ingarchilik, balki havo harorati, gruntning hossalari, sel oqadigan xududdagi o'simliklar va boshqa omillar ham ta'sir etadi. Yillik yog'ingarchilik miqdori yuqori bo'lganda sel oqimlarining paydo bo'lishi ko'p kuzatilsa, yog'ingarchilik kam bo'lganda tabiiyki sel kamroq bo'ladi.

Sel oqimlarini paydo bo'lishi va ularni aholi yashaydigan xududlarga kutilmaganda bosib kelishi nihoyatda og'ir salbiy oqibatlarga olib kelishini yaxshi bilamiz. Bizning regionimiz sharoitida tog' oldi rayonlarida va adirlarda paydo bo'ladigan sel oqimlari xalq xo'jaligiga katta zarar keltirishi mumkin. Albatta bu sel oqimi quyuc grunt suspenziyasidan iborat bo'lib, suvga nisbatan ancha katta zichlik va yopishqoqlikka ega bo'lganligi sababli uning buzuvchanligi ancha yuqori bo'ladi. Sel oqimi ekiladigan yer maydonini yuvib ketishi, nanos va tosh bo'laklari bilan qoplashi, irrigatsion kanallarni loyqa bilan ko'mishi, bog', ekinzor xududlarni yo'q qilishi, aholi yashash joylarini vayron qilib, insonlar hayotiga zomin bo'lishi

mumkin. Bundan tashqari transport kommunikatsiya tizimini ishdan chiqarishi mumkin. Shuning uchun sel oqimlarini o'rganish va tadqiqot qilish, hamda u bilan kurashish metodlarini ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi.

Sel oqimlarini paydo bo'lishi uchta asosiy sharoit kerak:

- Tog'li xudud daryo havzasi va o'zanlarida sel oqimining qattiq fazasini tashkil qiluvchi allyuvial tog'dan ajralgan materiallarni mavjudligi;
- Bu materiallarni yaxlit oqim tarkibida tashish quvvatiga ega suv miqdorining mavjudligi;
- Katta nishablikli va o'zanli parchalangan tog'li hudud relyefini mavjudligi.

Sel oqimining paydo bo'lishi tog'li xududlardagi eng stixiyali falokatlardan biri hisoblanadi. Ularni asosiy xarakteristikasi sifatida sel oqimi tarkibidagi qattik va suyuq moddalar miqdorini xarakterlovchi kattalik – zichlik hisoblanadi. Sel oqimining zichligi $1100-2500\text{kg/m}^3$ qiymatlar diapozonida o'zgaradi. Bundan tashqari ularni turli o'lchamli gruntleri nisbiy massalari – tarkibi ham xarakterlaydi. Bu ikki parametr zichlik va nisbiy massaga qarab sel oqimlari *suvli nanosli, loyqa, toshli loyqalar* ko'rinishlarga ajratiladi. Bu ko'rinishlarni aniq chegaralari belgilanmagan, lekin ularni taqriban chegarasi Yu.B.Vinogradov tomonidan taklif etilgan:

- Suvli nanosli sel oqimlari $1100-1500\text{kg/m}^3$;
- Loyqa sel oqimlari $1500-2000\text{kg/m}^3$;
- Toshli loyqa sel oqimlari $2100-2500\text{kg/m}^3$.

Kuchili suv toshqini o'tganda o'z tarkibida juda ko'p miqdordagi o'zan tubi va mullaqlashgan nanoslarni o'zanning tubi katta nishabligi va suv sarfining yuqori qiymatlari hisobiga tashiydigan oqim suvli nanosli suv oqimi deb yuritiladi;

O'z tarkibida yuqori konsentratsiyadagi mayda nanoslarni hamda tog' tizmasidan ajralib tushgan skala bo'laklarini tashiydigan oqim loyqa deb yuritiladi;

O'z tarkibida asosan yuqori konsentatsiyadagi katta o'lchamdagi tog' jinslari bo'laklari va ular orasini mayda grunt zarachlari to'ldirib harakatlanadigan oqim toshli loyqa deb yuritiladi.

Yuqorida ta'kidlanganidek sel oqimlari kuchli jala quyganda, katta miqdordagi tog'dan ajralgan jinslarini mavjud bo'lishi va ular katta nishablikdagi jarlarda joylashganda amalga oshishi bilan birgalikda, katta suv omborlari va ko'llar to'saddan favqulotda holatda buzilganda ham amalga oshishi mumkin. Misol tariqasida, hozirgi Tojikiston respublikasi tog'li xududida o'tgan asr boshlarida ikki

tog' tizmasi o'rtasidagi jarlikka yer qimirlashi natijasida toshlar qulab, jarlikdagi Amudaryo irmog'i to'silib, sun'iy ravishda paydo bo'lgan va hozirda to'lib, buzilish xafi bulgan Sarigul(Saries) ko'li ham shunday sel oqimini paydo qilib, Markaziy Osiyoning Amudaryo sohilida joylashgan bir qancha xududlarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Yuqoridagi tahlillardan kelib chiqib, tadqiqotchilar asosan tog' tizmalari qiyaligi va jalalarining yog'ishi jadalligi masalalarini ko'proq o'rganishib, sel oqimlarini paydo bo'lishi va xarakterlari bilan qiziqishgan. Lekin olingan natijalar xarakteri faqat aniq bir region uchun ta'alluqligi aniqlangan. Sel oqimini qishloq va xalq xo'jaligiga, sanoatga, qishloq aholi punktlariga katta salbiy ta'sirlari bo'lganligi uchun unga qarshi kurashish kishilar jamiyati shakllana boshlashi davridan boshlangan. Sel oqimlarini tadqiqot qilib o'rganishda qulay bo'lishini ko'zlab tadqiqotchilar ularni tasniflashtirishgan. Tasniflashtirishda sel tarkibidagi suyuq va qattiq jismlar munosabati, ularning granulometrik tarkiblari inobatga olingan. O'zandagi jarayonlar fanining buyuk mutaxasisi M.A.Velikanov tomonidan 1945 yilda shunday tasniflash taklif etilgan. U tasniflashda yuqoridagi xususiyatlardan tashqari har bir tipning dinamik xususiyatlarini asoslab bergan:

A. Loyqa tip - sel oqimi suv, kam miqdordagi mayda qattiq jism zarrachalari va katta o'lchamli qattiq jism bo'laklaridan iborat bo'ladi;

B. Loyqatoshli tip - Sel massasi orqama orqa tartibdagi uzuq to'lqin ko'rinishida harakatlanadi. Nishablik kichik bo'lganda ag'anab harakatlanadi;

V. Suv-tosh tip - Sel massasi orqama orqa tartibdagi uzuq to'lqin ko'rinishida harakatlanadi.

Yu.B.Vinogradov asos sifatida yuqoridagi tasnifni olib, uchunchi tipni suv nanos tipi bilan almashtirishni taklif etgan. Tiplarning dinamik xususiyatlarini yuqoridagi tasniflash kabi qoldirib, sel tarkibidagi qattiq jismlarni ularning o'lchamlariga asosan ajratishni taklif etgan. Yu.B.Vinogradov sel jarayonini ikki qismga ajratgan:

I. Sel pavodkasi - o'z tarkibida yuqori tashuvchanlik qobiliyati hisobiga qo'p miqdordagi muallaqlashgan va o'zan tubi bo'ylab surilib harakatlanadigan nanoslarni tashuvchi baqquvat va qisqa sel oqimi;

II. Loyqa va loyqatoyli yuqori darajadagi loyqalangganlikka ega (2000 kg/m^3 va undan yuqori) bo'lgan grunt suspenziyasi va qattiq material bo'laklaridan iborat sel oqimi.

S.M.Fleyshman sel oqimlarini quyidagi ko‘rinishda tasniflashni taklif etgan:

A. Loyqatoshli tip;

B. Loyqali tip;

V. Suv-chang zarrachalari tip;

G. Suv-qumli tip;

D. Suvtoshli tip-unda oqim tarkibida katta o‘lchamli qattiq materiallar bo‘lagi asosiy massani tashkil etib, mayda qattiq zarrachalar kam bo‘ladi.

S.M.Fleyshman sel massasi tarkibidagi suvning xolatiga qarab uni yopishqoq va yopishqoqmas (turbulent) ko‘rinishga bo‘lgan.

KazNIGMI ilmiy tadqiqot instituti esa “Sel oqimlarini o‘rganishga doir yo‘riqnoma “ ishlab chiqib unda sel oqimini quyidagicha tasniflangan:

A. Loyqali oqim-Tarkibida quyuq suspenziya va tog‘ jinslari bo‘laklari bo‘lgan loyqalanganligi 2000 kg/m^3 miqdordagi sel oqimi;

B. Loyqa toshli oqim-loyqalanganligi 2000 kg/m^3 dan yuqori bo‘lgan mustahkam o‘zaro ta’sirdagi quyuq grunt suspenziyasi va tog‘jinslari bo‘laklaridan iborat sel oqimi;

V. Nanossuvli oqim-Suv sathi ko‘tarilgan-pavodka davrida paydo bo‘ladigan o‘zan turg‘unligini buzadigan, o‘z tarkibida yuqori tashuvchanlik qobiliyati hisobiga ko‘p miqdordagi muallaqlashgan va o‘zan tubi bo‘ylab surilib harakatlanadigan nanoslarni tashuvchi sel oqimi;

G. Sel pavodkasi-Nanos suv oqimi o‘tganda suv sathining tez ko‘tarilib tushishi. Umuman Markaziy osiyoning tog‘oldi va adir zonalarida o‘tadigan sel oqimlari garchand yuqoridagi tiplarga tarkib bo‘yicha mos kelmasada ularni mahalliy mutaxassislar sel deb atashga odatlanishgan.

Yuqoridagi mavzularda ta’kidlaganimizdek, o‘zandagi jarayonlarning mohiyati o‘zan bilan oqim o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirdan iborat. Bir tomondan o‘zan oqimni qattiq devorlar bilan chegaralab, suv zarrachasi harakatini yo‘naltirib, oqimni boshqarsa, ikkinchi tomondan o‘zanni tashkil etuvchi qattiq jism zarrachalari suv zarrachasi ta’sirida harakatga kelib, ma’lum masofalarga harakatlanib borib cho‘kadi va bu harakatlar natijasida o‘zanning ko‘ndalang kesimi o‘zgarib ketishi mumkin. Ikkinchi vaziyatda oqim o‘zanni boshqarishi kuzatiladi. Bu o‘zaro boshqaruvda bir

tomonni ustunligi bo'ladi. Agar o'zanni tashkil etuvchi material mustahkam bo'lsa, suv oqimi turg'un xarakterga ega bo'ladi.

Sel oqimlari harakatida katta tezlik va yuqori nishablik hisobiga o'zandagi jarayonlar davrida qattiq jism zarrachalar ko'proq harakatga kelib, jadallik hisobiga o'zan ko'rinishi tez o'zgarishi mumkin. Agar sel oqimi harakatlanayotgan o'zanning tubi va qirg'og'i tez yuviluvchan gruntlardan iborat bo'lsa, selning harakati murakkab xarakterga ega bo'ladi. Bu holatda yuqoridan oqib kelayotgan sel oqimi tarkibiga o'zan tubidan va qirg'og'idan yuvilayotgan massa ham qo'shiladi. Bu jarayon mahalliy xarakterga ega bo'lib, yuvilayotgan va loyqa bosayotgan sohalar ketma ket bo'ladi. Shu sababli sel oqimi tarkibidagi loyqa miqdori nafaqat vaqt davomida, balki uzunlik bo'ylab ham o'zgaradi.

Yuqorida ta'kidlanganidek sel oqimlari odatiy o'zandagi jarayonlardan o'zining qisqa davom etishi, qisqa masofalarda ro'y berishi, tasodifan paydo bo'lishi bilan farq qiladi. Agar odiy suv oqimlarida kattiq jism zarrachalari 3% miqdorni tashkil qilsa, sel oqimida bu 30% ortiq bo'lishi mumkin. Bu miqdorni ko'pligi sel oqimining buzuvchanlik qobiliyatini oshiradi. Sel oqimining sarfi kattaligi, tezligining yuqoriligi, zichligining kattaligi uning dinamik parametrlarini o'zandan oqib o'tadigan oddiy oqimlardan ancha yuqoriligini ta'minlaydi.

Markaziy Osiyoning past tog'li xududlarida nanos suv sel oqimlari 200 kg/m^3 - 400 kg/m^3 gacha miqdorda mayda nanoslarni tashishi mumkin. O'tkazilgan tadqiqodlar bu sel oqimlari o'zanning kengligi va chuqurligi 5-10% oshishini ko'rsatgan.

Sel oqimlarining salbiy oqibatlarini oldini olish va ulardan himoyalash usullari ishlab chiqilgan bo'lib, sel oqimlariga qarshi qurashish usullarini Yu.B. Vinogradov quyidagilarga ajratgan:

Suv yig'ish maydonlari melioratsiyasi:

- Tog' tizmalaridagi g'orlarni berkitish va qiyaliklarini silliqlash;
- Tog' tizmasi ustidan tushayotgan jala suvlarini ushlab qoladigan tog'li xudud zovurlari, sun'iy ko'lchalar, suv yig'iladigan hovuchchalar tashkil qilish;

Muzlik majmualari melioratsiyasi:

- Muzliklarda suv yig'ilishini oldini oladigan kapital melioratsiya;
- Paydo bo'lgan suv havzachalari xavfini yo'qotadigan avariya melioratsiyasi;

Sel manbalari melioratsiyasi:

- Toshqinlik manbalari melioratsiyasi;
- Sel massalari vaziyatini pasaytirish uchun ushlab va drenaj;

- Sel massalari vaziyatini mustahkamlash;
- O'zaro ta'sir manbalari melioratsiyasi;
- Suv oqimini to'liq yoki qisman chetlashtirish;
- Sel massalari vaziyatini stabillashtirish.

Markaziy Osiyo sharoitida sel kelishi mumkin bo'lgan soylar, past tekisliklar aniqlanadi va u joylarda seldan himoyalashga mo'ljallangan gidrotexnik inshootlar majmuasi quriladi.

2.18. O'zandagi jarayonlarni o'rganishdan olingan asosiy xulosalar

O'zandagi jaryonlar bilan tanishib, uning ko'rinishlari, asosiy nazariyalar, aniqlovchi omillar kabi jihatlari haqida gidrotexnik uchun kerakli tushunchaga ega bo'ldik. Bu olgan bilimlarimizga asoslanib quyidagi asosiy xulosalarni qilishimiz mumkin:

1. O'zandagi jarayonlarning gidromorfologik nazariyasi, uning kelgusidagi tadqiqotlari uchun asos bo'ladi. Uni struktura darajasini aniqlash, daryo o'zani va qayirdagi morfologik shakllarni tiplashtirish, ularning rivojlanish sxemalar bu jarayonni bir «panjara» ko'rinishi bo'lib, bu panjarani bo'sh kataklarini to'ldirish kelajakdagi tadqiqotlar vazifasi hisoblanadi. Shunday qilib bu taklif etilgan sxemani o'zandagi jarayonlar haqidagi bilimlarni umumlashtirish vositasi sifatida qabul qilishimiz mumkin;

2. Hidravlika va gidrodinamika qonuniyatlarini to'g'ridan to'g'ri daryo oqimlariga uning morfologik xususiyatlarini inobatga olmasdan qo'llash noto'g'ri natija beradi. Bunda qullaniladigan gidrodinamik tenglamalarning chegaraviy shartlarini aniqlash uchun morfometrik va gidromorfologik bog'liqliklar asos bo'lishi mumkin;

3. Gidromorfologi nazariya o'zandagi jarayonlarga oid o'tkazilgan tadqiqotlarni baholab, ularni qullanilish manzilini aniqlaydi;

4. Gidromorfologik va morfologik jihatlarning birlashishi yangi, haqiqatga mos keluvchi o'zandagi jarayonlarni bashorat qilish va hisoblashni fizik qonuniyatlarga asoslangan usullarini yaratish imonini beradi. Juda kup holatlar uchun morfologik asosga ega usullarni yaratish mumkin;

5. Gidromorfologik nazariya asosida o'zandagi jarayonlarni o'rganish uchun keng tarqalgan va hamma uchun tanishish imkoniyati bo'lgan materiallar (topografik karta, aero, foto, kosmik s'yomka materiallaridan foydalanish mumkin, bo'lib, ular tabiiy natija beradi. Oldindan daryo o'zanining qaysi sohasida Gidrotexnik inshootlar majmuasini qurish mumkin va uni qanday qilib o'zandagi

deformatsiyalar ta'siridan himoya qilish mumkin degan savolga javob olishimiz mumkin bo'ladi.

III bob. O'z-o'zidan boshqariluvchi havza-daryo oqimi-o'zan sistemasida nanoslar va o'zandagi jarayonlar o'rni

3.1. Havza-daryo oqimi-o'zan sistemasi va uning tashkil etuvchilari. Dunyoda xususan Markaziy Osiyo regionida o'z-o'zini boshqarish sistemasini buzulishi salbiy oqibatlari

O'zlari rivojlanayotgan tashqi sharoitning chegaralangan holatlarda ichki qayta moslashish hisobiga faoliyatini davom ettira oladigan tabiiy va mexanik sistemalar **o'z-o'zini boshqaruvchi-spontan** sistemalar deb yuritiladi. Agar ona tabiatimizni oliy darajadagi bir sistema deb qarasaq, bir necha darajadagi bir biri bilan uzviy bog'langan turli sistemalar va sistemachalar majmuasidan iborat deb hisoblanadi. Bunday sistemali yondashuv juda ko'p ilmiy yo'nalishlarda qabul qilingan bo'lib, buning natijasida hozirgi davrda juda katta ijobiy yutuqlarga erishilgan.

So'ngi davrlarda bu yaxlit sistemaning bir necha bo'laklari buzilib, o'z-o'zini boshqarish prinsiplari buzilmoqda va buning natijasida juda katta ekologik falokatlar insoniyat faoliyatiga va hayotiga katta xavf tug'dirmoqda.

Chernobil avariya, Semipalatinsk va Nevada poligonlaridagi avariya, Afrika cho'llarining kengayishi, Shimoliy muz okeanining abadiy muzliklari erib borayotganligini faqat Markaziy Osiyo region va balki butun dunyo fojiasiga aylangan Orol dengizini qurishi, Braziliya va Boliviya tog'li xududlaridagi abadiy muzliklarning jadal erib ketayotganligi, Butun markaziy Osiyo regionining daryolarini suv bilan ta'minlaydigan Pomir tog'ining abadiy muzliklarining bugungi kunga kelib erib ketayotganligi bularning hammasi zamonamizning o'zgartirib bo'lmaydigan tiklanmaydigan fojialaridir.

Quyidagi rasmlarda Pomir tog'laridagi abadiy muzliklarning ayrimlari foto rasmi keltirilgan. Bu rasmlar 2014 yil 10 noyabr sanasida olingan.



Rasm 3.1 Pomir tog‘i xududidagi abadiy muzliklar

2014 yilning 20 noyabr sanasida bu abadiy muzliklarga uyushtirilgan dala ekspeditsiyasi natijalari Birlashgan Millatlar tashkilotining Tojikistondagi regional markazi priwent diplomati Feodor Klimchuk tomonidan juda tashvishlanarli ma'lumot ko'rinishida e'lon qilindi. Uning ma'lumotiga asosan, Pomir tog'idagi 14 000 abadiy muzliklarni bugungi kunga kelib 11 000 donasi qolgan. Umumiy muzliklar hajmi 1957 yilga nisbatan 25 foizga kamayib ketgan. Agar ahvol shu tarzda davom etsa, asrimiz so'ngida ular batomom erib tugaydi va Markaziy Osiyo regionining 100 foiz chuchuk suvga bo'lgan ehtiyojini qondiradigan manba tamom bo'ladi.

Glyasiolog olimlar fikriga ko'ra bu abadiy muzliklar erishining tezlashishi asosiy sababi, Orol dengizi qurib, undan ko'tarilgan tuzlar muzliklar sirtiga uchib kelib tushishi va u jarayonni tezlashtirayotganligi e'tirof etilmoqda. Bu tuzlar hattoki shimoliy muz okeani ustida ham paydo bo'layotganligi qayd etilgan.

Bizning asosiy daryolarimiz Amudaryo, Sirdaryo, Zarafshon bu tog'larda paydo bo'lishi va respublikamizdagi qariyb 90 % suv zaxiramizni tashkil qilishini e'tirof etib, bu muammo biz uchun ancha achinarli ekanligini tasavvur qilishimiz mumkin.

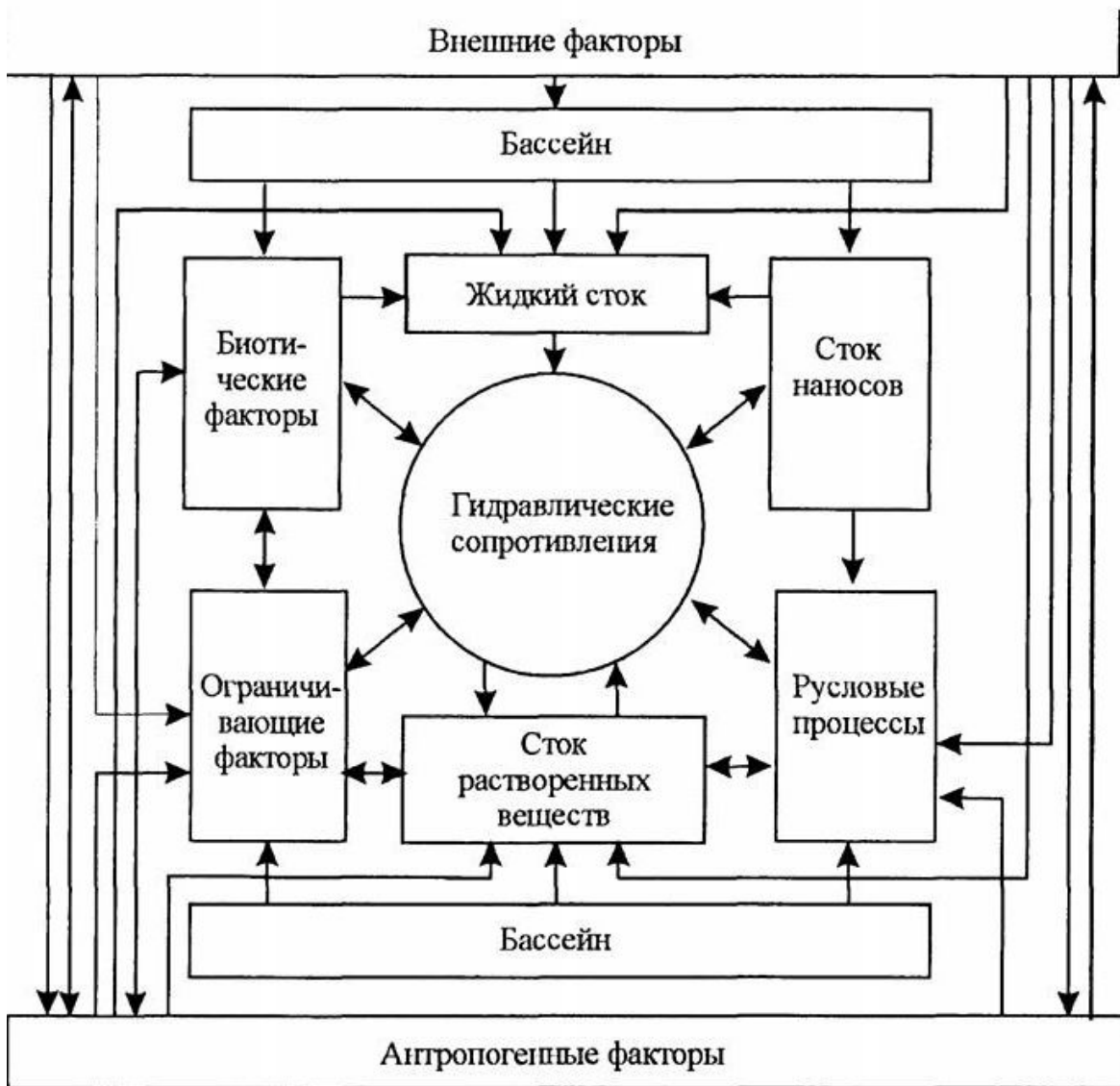
Bu o'z-o'zini boshqaruvchi yagona sistemaning buzilishi qanday salbiy oqibatlarga olib kelayotganligining yaqqol namunasidir.

Yer sirtidagi har qanday sistema tashqi va ichki omillar ta'sirida o'z faoliyatini davom etiradi. Bu sistemalarga tashqi ta'sir sifatida tabiatning tirikligini ta'minlovchi quyosh energiyasi ta'sirini qarashimiz mumkin. Xuddi mana shu quyosh energiyasi to'g'ridan to'g'ri yoki boshqa bir omil orqali biz o'rganmoqchi bo'lgan suv havzasi-o'zandagi suv oqimi-o'zan sistemasiga ham o'z ta'sirini o'tkazadi. Buni batafsil tahlili biz o'rganayotgan fan doirasidan chetlashganligi sababli, faqat ularning ichki omillari o'zaro kelishuvchanligi va ta'sirini qarab, sistemaning o'z o'zini boshqarishi mexanizmiga e'tiborimizni qaratamiz.

Butun tabiatimiz sistemasini tatqiqot qilish yoki uning matematik modelini yaratish juda murakkab masala bo'lib, hozirgi insoniyatning imkoniyatlari darajasi ancha chegaralangan, shuning uchun biz uning yaxlit sistemasi bir kichik bo'lagi bo'lgan havza-oqim-o'zan sistemasini o'rganib, uni o'zini o'zi boshqarilishiga ta'sir etuvchi omillarga to'xtalamiz. Bundan tashqari bu jarayonda juda ko'p tasodifiy omillar ham mavjud bo'ladi.

Bu sistemani bir biri bilan bog'liq va o'zaro ta'sirdagi ikki kichik sistemalar-havza va oqim-o'zan deb qarashimiz mumkin.

Endi bu majmuada oqim-o‘zan sistemasi qanday qilib o‘zini o‘zi boshqaradi degan savolga javob izlaymiz. Bunda o‘zaro ta‘sir etuvchi va o‘zaro uzviy bog‘langan bloklarni ajratamiz: suyuq oqim miqdori, nanoslar miqdori, aralashuvchan moddalar miqdori, o‘zandagi jaryonlari va unlarining hosilasi o‘zandagi shaklllar, gidravlik qarshiliklar bloklari va suvning sifatini belgilovchi biotik bloklar. Bularning ichida juda ko‘p ta‘sir qiluvchi bloklardan biri sifatida antropogen ta‘sir blokini keltirish mumkin. Bu bloklar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik quyidagi sxemada keltirilgan.



Rasm 3.2 O‘z - o‘zidan boshqariladigan suv havzasi-o‘zan oqimi-o‘zan sistemasi sxemasi

Sxemadan ko‘rinib turibdiki, barcha bloklar bir-biri bilan o‘zaro bog‘langan bo‘lib, har qanday tashqi ta‘sir gidravlik qarshilikning o‘zgarishi orqali sistemani muvozanat holatga keltirish uchun uzatiladi.

Bundan faqat suv oqimi va nanslar miqdorini, hamda o'zanni shakllanishini boshqarib turuvchi daryo havzasi mustasnodir. Endi tashqi ta'sirlar natijasidagi o'zgarishni inobatga olib, unga e'tiborni ko'proq qaratgan holda yuqorida sanalgan bloklar rolini tahlil qilamiz. Tashqi ta'sir shartlari deganda biz ular ta'siri natijasida sistema faoliyati buziladigan yoki batamom to'xtaydigan tasirlarni tushinishimiz kerak. Bu muammo so'ngi davrlarda jadal ko'irinish oldi. Bunday ta'sirlar natijasida bir qancha daryolarni qurishi kuzatilganligi bizga ma'lum. Antropogen-inson faoliyatining tabiiy jarayonga ta'iri natijasida kelib chiqayotgan salbiy oqibatlar bilan keyingi bobdagi mavzularda batafsil tanishamiz.

Antropogen ta'sir va uning komponentlarini quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin:

- Klimat;
- Daryo havzasi;
- O'zandagi oqim, o'zan, qayir.

Bu ta'sirlarning barchasi o'z - o'zidan boshqariladigan sistemaga negativ ta'sir ko'rsatadi.

Planetadagi haroratning o'zgarishi, yog'ingarchiliklar va siklonlar intensivligi va boshqa tabiatning o'zgarishi bilan bog'liq ta'sirlar klimatning tahsiri hisoblanadi. Yuqoridagi insoniyat uchun hayot manbai bo'lgan chuchuk suvlar zahirasi sifatida mavjud bo'lgan abadiy muzliklarimizning erishini jadallashishiga planetadagi haroratni ko'tarilishi ham sabab bo'ladi. Ushbu qo'llanmaning birinchi bobida Markaziy Osiyo regionida yillik o'rtacha haroratning dinamikasi grafini keltirilgan bo'lib, bu fikrimiz dalili bo'lishi mumkin. Bu omillarning batafsil ta'sirini o'rganish bilan klimatologiya fani shug'ullanadi.

Daryo o'zaniga, qayirga va oqimga antropogen ta'sir omillari bilan keyingi bobda batafsil tanishishimizni e'tirof etgan edik. Shu o'rinda shulardan birini sanab o'tamiz. Bu hozirgi Rossiya Federatsiyasi va Amerika qit'asining shimoliy xududlaridagi o'rmon, tayga daraxtlarini beayov kesilib, maydonlarning ochilib borayotganligidir. Bu jarayonning salbiy oqibatlari birinchi tomoni, sanoatning rivojlanishi, mamlakatlar aholisining yog'och materiallariga talabi oshishi ularning ko'proq miqdorda kesilishiga olib kelib, ochilgan maydonlardagi suv osti suvlari harakati daryolar tomonga jadallashib, o'zi bilan gruntlarni ham tashiy boshlamoqda. Bu gruntlar daryo o'zaniga tushib, oqim ularni o'z gidravlik xarakteristikasiga mos qiqdorini tashib, qolgan qismini o'z o'zanida cho'ktirib qoldiradi. Vaqt o'tishi bilan daryo o'zanini loyqa bosib, umuman ko'milib qolishi kuzatiladi. Ikkinchi tomoni, daraxtlarning ayovsiz kesilib, o'rmonlar kesilishi, yalang maydonlarni kengaytirib, ularda yig'ilgan qorlarni tezroq erishini va salqinlikni kamaytirib, muzliklarni erishiga sabab bo'luvchi planetamiz o'rtacha haroratini oshiradi.

3.2. Suv havzasi va uning nanoslar miqdorini boshqarilishidagi shakllanishidagi o‘rni

Daryo havzasi sistemaga bo‘layotgan tashqi ta‘sirning birinchi boshqaruvchisi hisoblanadi. Bu ta‘sirni ta‘minlovchi generator bu quyosh energiyasidir. Boshqa manbalar ta‘hiri quyosh ta‘sirining 1%dan kamini tashkil qiladi. Quyosh energiyasi sistemaga to‘g‘ridan to‘g‘ri ta‘sir qilishi bilan birgan klimat, o‘simliklar dunyosi va boshqa shu kabi omillarni shakllantirib, sistemaga bu omillar orqali ham ta‘sir ko‘rsatadi.

A.I.Voeykov 1884 yilda «Suv havzalari klimati mahsuloti bu daryolardir» degan iborani qo‘llab, daryodagi suv oqimining miqdorini shakllanishida klimatning o‘rnini belgilab bergan. Haqiqatdan ham yog‘ingarchilik miqdorining vaqt va fazodagi kattaligi, uning agregat holati, bug‘lanish kattaligi, o‘simliklar xarakteri va boshqa bir qancha omillar klimatga to‘g‘ridan to‘g‘ri uzviy bog‘langan. Klimat bu zonal omil hisoblanib, unga dengiz, o‘rmon, joy reliefi kabi azonal omillar ham ta‘sir ko‘rsatadi.

Ta‘kidlash lozimki klimat murakkab omillarga bog‘liq hollarda o‘zgarib, uni o‘zgarishi siklini aniqlash juda murakkab masala hisoblanadi. Bu borada o‘tkazilgan tatqiqotlar o‘zining amaliy yechimini topmagan. Bu borada tatqiqotlar natijasi bir to‘xtanga kelmagan, Sikl 11, 13, 100, 1100 yillarda qaytarilishi mumkin holatlar mavjud. Masalan, Orol dengizi so‘ngi sivilizatsiyamiz davrida bir necha bor paydo bo‘lib, keyin qurigan. Bu paydo bo‘lish va qurish jarayoni sikli o‘ziga abadiy muzliklardan boshlab daryo havzasigacha bo‘lgan sohalardagi klimat o‘zgarishlariga bog‘liq bo‘lgan va bir necha 100 balki 1000 yillarni olgan. Lekin orolni qurishini antropogen ta‘sirida jadallashganligini biz o‘z ko‘zimiz bilan ko‘rdik. Tarix uchun bir lahza ga teng bo‘lgan 60 yida ulkan dengiz bizning, ya‘ni insonning ayovsiz tashavuzi tufayli batomom quridi.

Klimatni o‘zgarishi tendensiyasini aniqlash bo‘yicha bir necha usullar mavjud bo‘lib, ulardan haqiqatga yaqini energetik yondashuv usulidir. Klimat o‘zgarishiga faqat quyosh radiatsiyasi ta‘sirini oladigan bo‘lsak, energetik tenglama quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$R = (I_s + i) \cdot (I - A) + (E - \dots)$$

$I_s; i$ – yer sirtining birlik yuzasiga mos keluvchi quyoshning mos ravishda to‘g‘ri va tarqalgan energiyasi; $I - A$ – quyosh radiatsiyalari $(I_s + i)$ –yig‘indisining yer sirtidan qaytgan miqdori-albedosi; E ; $-E$; -yer yuzidan qaytayotgan va atmosferadan qaytayotgan qarama qarshi nurlanishlar. R –yer qobig‘ining radiatsion balansi;

Tenglamaning barcha hadlariga antropogen ta'sirlar komponentlari bor. Bu tenglamadagi hadlardagi tabiiy ta'sirlar bilan antropogen ta'sirlarni miqdoriy baholash masalasi murakkab bo'lib, antropogen ta'sirlarni to'g'ri baholash muhim amaliy ahamiyatga ega. Bu masalaga batafsil to'xtalmasdan, butun dunyo tashkilotlari ta'kidlayotgandek, planetamizning keskin global isishi tendensiyasi davom etayotganligini e'tirof etishimiz mumkin. Bu o'zgarishlar nafaqat energetik muvozanat tenglamasini va balki quyidagi havzaning suv muvozanati tenglamasiga ham komponentlariga ham o'zgarish kiritadi:

$$X = Y + Z + \Delta U$$

Bunda, X – yog'ingarchilik qatlami; Y – yer osti va usti suvlari miqdori yig'indisi; Z – bo'g'lanish qatlami; ΔU -hisoblashdagi xatoliklar, namlik zahirasi kamayishi kabi omillarni inobatga oluvchi parametr.

Hozirgi davrda ishonchli tarzda klimat o'zgarishini bashorat qilish usuli va suv muvozanati tashkil etuvchilarini aniqlash usuli ishlab chiqilmagan. Shu sababli gidrologik jarayonlarni modellashtirishda turli ssenariylar ishlab chiqilgan bo'lib, ularda klimat harorati ko'tarilishining boqqichma-bosqich usuli qo'llaniladi. Har bosqichda harorat $0,5^{\circ}\text{S}$ ko'tariladi deb qaraladi. Bugungi davrda haroratning o'rtacha yillik ko'tarilishi o'rtacha $0,6^{\circ}\text{S}$ ni tashkil qilib, bu tendensiya davom etmoqda.

Klimatni o'zgarishiga daryo havzasining fizik-geografik sharoitlari ham muhim rol o'ynaydi. Masalan, havzadagi o'rmon bilan qoplanganlik, yalanglik, joy reliefi, geologik tuzilishi kabilar yog'ingarchilik tushishiga, saqlanishiga va bo'g'lanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, tog' tizmasining yog'ingarchilik buluti kelayotgan tomondagi qiyaligiga tushadigan yog'ingarchilik miqdori tizma orqa qiyaligiga tushgan miqdordan ancha ko'p bo'ladi. Yoki agar havza o'rmonlar bilan qoplangan, salqinlik ko'proq bo'lib, yoqqan qor qatlamlari sekin eriydi, agar suv ombori atrof xududlarida bu tadbirlar amalga oshirilsa ularning atrofida salqinlik yuqori bo'lib, erozion jarayonlar ham kam bo'ladi.

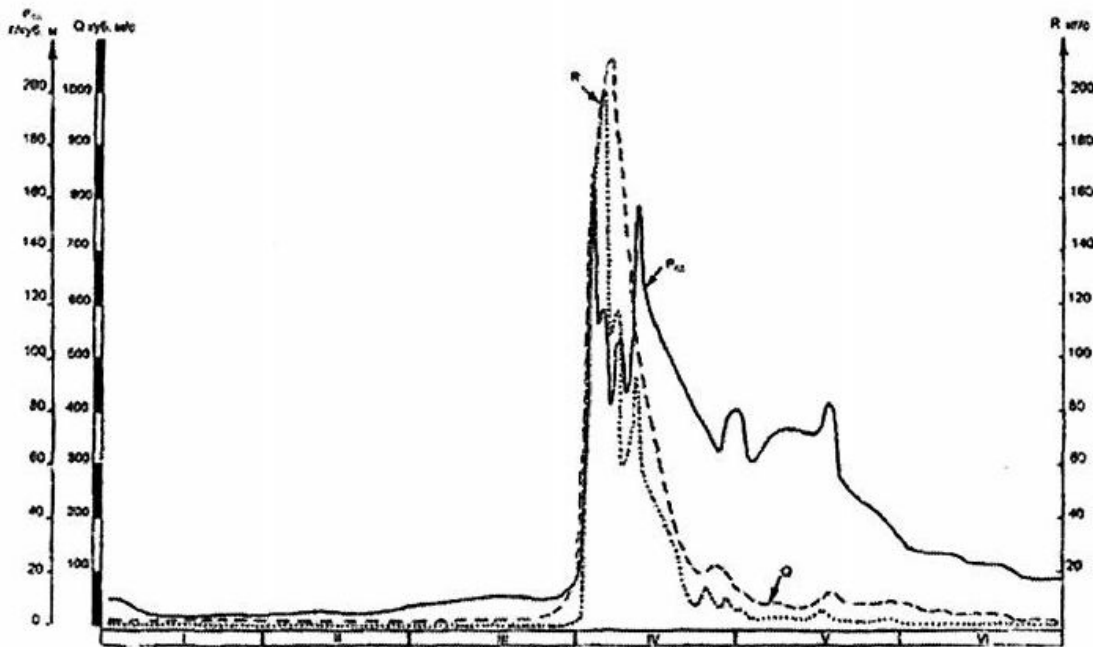
Geologik tuzilishning ta'sir ham sezilarlidir, chunki geologik tuzilish birinchi navbatda suvni simirilib, filtratsiya natijasida yer osti suvlar oqimi miqdorini harakterlasa, grunt hossalari ularning yemirilishi va bo'laklanishi o'zandagi nanoslar miqdorini xarakterlaydi.

O'zan shakllanishiga daryo havzasini tahsiri sifatida erroziya natijasida unga kelib tushayotgan nanoslarni qarash mumkin. Eroziya jarayoni geologik zonallik prinsiplariga bo'ysungan holda, tavsifiy faktorlarga uzviy bog'liqdir. Tuproqli – o'simlikli zonalar kattaligi daryo havzasi o'lchamlari bilan taqqoslanish darajasida

katta bo‘lib, u suv yig‘ilish maydoni va qiyaliklar, jarlar maydonidan ancha kattadir. Shu sababli tuproq eroziyasi oqim miqdori va klimatga chambarchas bog‘liq hisoblanadi.

3.3. O‘z-o‘zidan boshqariluvchi havza-daryo oqimi-o‘zan sistemasida nanoslar miqdori va o‘zandagi jarayonlar

O‘z o‘zini boshqaradigan havza-oqim-o‘zan sistemasining o‘zandagi jarayonlar va oqib kelayotgan nanoslar miqdorini ko‘rib chiqamiz. Nanoslarni o‘zanga maksimal miqdorda oqib kirishi suv sarfini maksimal miqdoridan oldinroq amalga oshishi quyidagi xronologik jadvalda keltirilgan.



Rasm 2. Suv sarfi (Q), loyqalanganlik (ρ) va muallaqlashgan nanoslar sarfi (R)ning birlashgan xronologik grafi.

Daryo o‘zanida bu nanoslar o‘z yirikligiga bog‘liq holda muallaqlashgan yoki o‘zan tubi nanoslari ko‘rinishida harakatlanishi mumkin. Sistemaning o‘z o‘zini boshqarilishi o‘zan tubin nanoslarning tarkibini o‘zgartirishi, yirikligini o‘zgartirishi, yoki o‘zan tubi nanoslari orasiga maydan nanoslarning qay darajada to‘ldirilishi bilan amalga oshishi mumkin.

Daryo o‘zanidagi suv oqimi o‘z tashuvchanlik qobiliyatini uning tarkibiga qo‘shilayotgan nanoslar tarkibi, miqdori va kelib qo‘shilish rejimiga bog‘liq holda o‘zgartirishi mumkin. Bu jarayon amalga oshayotganda suv oqimi o‘z imkoniyati bilan o‘zan tubi nishabligini, o‘zan va qayir morfometriyasini, o‘zan ko‘ndalang

kesimini kengligini uning chuqurligiga nisbatini o'zgartirishi mumkin. Bu munosabatni o'zgarishi o'zandagi jarayonning ko'rinishini o'zgarishiga olib keladi.

Haqiqatdan ham, o'zanning egri bugriylanishi oshishi bilan o'zan uzunligi bo'yicha nishablik kamayadi, o'zan morfologiyasida sayoz va chuqurlik joylar o'zgarishi kuzatiladi, oqim tezlik maydoning makrostukturasida o'zgarish ro'y beradi, notekislilik oshib, o'zanda bu o'zgarishlar ta'sirida jadal deformatsion jarayonlar ro'y beradi. Bu nafaqat nanoslarning sarfini o'zgartiradi, balki uning ko'chishi ko'rinishini o'zgartiradi, demak o'zandagi va qayirdagi o'zan shakllarini ko'rinishi o'zgarishi amalga oshadi.

Tabiiy o'zanlar to'g'ri va egri chiziqli uchastkalarida sayozliklar va chuqur sohalar almashib keladi. Bunday tabiiy o'zanlar o'z tarkibida nanoslarni tashiydigan suv oqimlari bilan o'zaro ta'sirda bo'lib turadi, lekin turg'un xarakterga ega. Bu turg'unlik nanoslarni oqim tarkibidagi miqdori va uning tashuvchanlik qobiliyatini mutonosibligini buzuvchi, o'zanga kirib kelayotgan suv va nanos miqdorini notekisligi va nosinxronligi bilan bog'liqdir. Bu holat suv oqimini ayrim davrda nanoslar bilan to'yingan yoki to'yinmagan bo'lishiga sabab bo'ladi. Suv oqimining nanoslar bilan me'yoridan ortiq darajada to'yinganligi suv oqimining sathi ko'tarilgan va sarf ko'p bo'lgan davriga to'g'ri keladi. Markaziy Osiyo daryolari uchun bu mart – iyul oylariga to'g'ri keladi. Bunda nanoslar daryoning keng sayoz sohalarida cho'kishi va u yerlardagi tepalikchalar balandligini oshiradi. Bu mos kelmaslik daryoning sayoz sohasini o'zanni shakllantirishdagi rolini belgilaydi va ular daryoning chuqur uchastkalari bilan birgalikda morfologik juftlikni tashkil qiladi. Suv miqdorini ko'p qismi o'tib bo'lib, sath pasayish davri boshlanganda suv tiniqlashib, uning nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati tarkibidagi nanoslardan ancha yuqori bo'ladi. Bu yilning davri bizning regionimizdagi Amudaryo, Sirdaryo va Zarafshonlar uchun oktyabr-fevral oylariga to'g'ri keladi. Bunda daryoning sayoz sohasidagi tepalikchalar yuvilib, chuqurliklarga nanoslar cho'ka boshlaydi.

Ta'kidlash lozimki, qisqa yozgi-kuzgi suv sathi ko'tarilgan davrda ham tepalikchalar balandliklariga nanoslar cho'kib, ularning balandlik belgisi ko'tarilishi kuzatiladi.

O'zanning deformatsiyalanishida daryo irmoqlaridan oqib kelayotgan oqimlar ham katta muhim o'rin tutadi. Bu irmoqlar katta nishablikka ega bo'lib, ko'p miqdordagi turli yiriklikdagi nanoslarni irmoq oqimi bilan daryo o'zaniga oqib chiqadi. Bu nanoslar dastlab irmoqning quyilish qismiga cho'kadi va keyinchalik suv oqimi ta'siriga tushadi. Amudaryo, Sirdaryo, Zarafshon kabi daryolarda bu irmoqlardan shunday ko'p turli yiriklikdagi nanoslar daryo o'zaniga oqib chiqadiki, ular o'zanlarda cho'kib, qum uyumlarini tashkil qiladi.

Daryodagi oqimning tashuvchanlik qobiliyati bilan uning tarkibida paydo bo'ladigan nanoslar miqdorining nomutunosibligi daryo o'zanini kengayib sayozlashishiga sabab bo'ladi. Bu sayoz va keng daryo o'zani sohasida suv oqimining ko'ndalang harakati ham mavjud bo'lmaydi. Ko'ndalang oqimning bo'lmasligi bir qirg'oqdan ikkinchi qirg'oqqa nanoslarni siljitmaydi. Bu holat nanoslarning daryo o'zani butun kesimi bo'ylab taqsimlanishiga va sayoz sohasini paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Demak, daryoda harakatlanayotgan suv oqimining tezlik maydoni bilan nanoslarni tashishi rejimi o'rtasidagi murakkab munosabat daryo o'zanining keng sayoz sohasini paydo bo'lishiga sabab bo'lar ekan.

V.A.Makarov XIX asr so'ngi yillarida o'tkazgan tatqiqotlari natijalariga asoslanib, bu sayoz sohalari o'zan tubidan balandligini tashkil qiluvchi tepalikchalarning suv sathi ko'tarilganda 77%i o'sishini, 15% yuvilishini, va 8 %i saqlanib qolishini e'tirof etgan.

O'zanni shakllantiruvchi nanoslarni oqim tarkibiga qo'shilishi asosan, daryo havzasidan irmoqlar yuvib kelishi hisobiga amalga oshadi. Bu nanoslarning bir qismi oqim tarkibida tashilib ketsa, qolgan asosiy qismi qayir va o'zanda cho'kib qoladi. Ularni o'zan oqimi sekin yuvib, o'zan shaklini o'zgartirib harakatlana boshlaydi.

N.I.Makaveyev tatqiqotlari daryo o'zaniga oqib kelayotgan nanoslardan daryo qirg'oq va qayirlarni yuvishida hosil bo'ladigan nanoslar bir necha marotaba katta ekanligini ko'rsatdi. Masalan, quyi Volga daryosida 1945-1947 yillarda 1 km uchastkasi uzunligida yuvilgan nanoslar miqdori $36\,000\text{m}^3$ ni tashkil etgan bo'lsa, Quyi Missispi daryosiniki esa $55\,000\text{m}^3$ hajmni tashkil etgan.

Bu bilan qayirlarni o'zanni shakllanishidagi o'rni chegaralanib qolmaydi, qayir nanoslarni u muallaqlashgan mayda yiriklikdagi nanoslarni yig'uvchi hajm ham hisoblanadi. Qayirning past belgili chuqurlikli joylarida mayda zarrachalar tezlik kamayishi hisobiga cho'kib yig'ilsa qayir relefining baland belgilarida yirik o'lchamli nanoslar cho'kib yig'iladi.

Z.M.Velikanova va N.A.Yarniyar Barnaul shahrining yaqinidagi Ob daryosi o'zani va qayirida o'tkazgan dala tatqiqotlari natijalari daryoning suv sathi ko'tarilgan va sarf oshgan vaziyati uzoq davom etganda daryoning qayir va o'zan oqimlari dinamik o'qlari o'zaro 90^0 burchak ostida kesishga joylarida nanoslar jadal cho'kib, xattoki o'zan tubi nanoslari qayirlarda ham cho'kib qolishi kuzatilgan. Bu nanoslar miqdori suv sathi balandligi, suv sathi va sarfi ko'tarilgan davr davomiyligiga to'g'ridan to'g'ri bog'liqligi aniqlangan.

O'zanda harakatlanadigan suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati o'zan va qayir oqimlarining o'zaro ta'siri ham muhim o'rin egallaydi. Bu xulosa juda ko'p

parallel o‘zan va qayir o‘qli tor lotoklarda o‘tkazilgan tatqiqotlar natijasi ko‘rsatgan. Qayir va o‘zan oqimlarining o‘zaro ta’siri suv oqimining o‘zandagi tezligini chegaralab, kamaytiradi va suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini kamaytiradi.

Suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati oqim o‘rtacha tezligi bilan quyidagi munosabatda bog‘langan:

$$S = \alpha \left(\frac{v}{v_k} \right)^{m-1} \left(\frac{v}{v_k} - 1 \right)$$

α - suv oqimi chuqurligi, nanoslar yirikligi va boshqa omillarga bog‘liq koeffitsient; $m = 2-7$ qiymatlarni qabul qiladigan daraja ko‘rsatkichi.

Suv oqimi nanoslarning tashuvchanlik qobiliyatini suv oqimi o‘rtacha tezligiga bog‘liqligi yuqoridagi boblardagi suv oqimining tashuvchanlik qobiliyati mavzusida ham keltirilgan.

O‘zan va qayir oqimlarini o‘zaro ta’sirini o‘rganish bo‘yicha ham bir qancha tatqiqotlar o‘tkazilgan bo‘lib, ulardan Rossiya Davlat Hidrometeorologiya Universiteti Hidrometriya kafedrasida laboratoriyasida o‘tkazilgan tatqiqotlar natijalari ham oldingi mavzularda batafsil yoritilgan.

Yuqoridagilarga asoslanib, qayir oqimlari nafaqat suv oqimi va uning tarkibidagi muallaqlashgan nanoslar miqdorini, balki o‘zan tubi nanoslarini miqdorini boshqarilishida muhim omillardan biri hisoblanar ekan.

K.V Grishanin havza-oqim-o‘zan sistemasidagi oqim o‘zan blokini tahlil qilib, daryodagi suv oqimi uning tabiat qo‘ygan masalalarni hal qilishga moslashuvchanligini ta’kidlagan. Masalan, nanoslar va suv transporti, ishqalanish va og‘irlik kuchlari o‘rtasidagi muvozanatni ushlab turishi muammolari. Shu bilan birgalikda, bir necha omillar ta’sirida joylashgan daryodagi oqim tartiblashgan sistema hisoblanmaydi. Shu sababli daryo oqimlari uchun ishlab chiqilgan gidravlik va morfologik qonuniyatlar bir biridan keskin farq qilishi mumkinligini e’tirof etgan.

Havza-oqim-o‘zan sistemasiga daryolarning fizik geografik sharoitlari ta’sir ko‘rsatadi. Alyuvial qatlamlar ustidan oqib o‘tadigan o‘zanlar meandralanadi. Daryolarning egri bugri sohalari to‘g‘ri chiziqli sohalarga nisbatan turg‘unroq bo‘ladi. A.A.Satkevich suyuqlik oqimining harakati bo‘ylama-vintsimon ko‘rinishda bo‘lganda Gromeko-Lemb tenglamalarini tahlil qilib, suv oqimi egri bugri sohalarda o‘z energiyasini kam sarflaydi degan xulosa qilishgan. Bu egri bugri o‘zanning turg‘unligini xarakterlaydi.

Yuqoridagi fikrlar sistemaning o'z o'zini boshqarishda o'zandagi jarayonlar o'rnini belgilaydi.

Bundan tashqari, daryo oqimi o'z o'zanini o'zi boshqaradi. Suv oqimi va sarfi ko'p bo'lganda nanoslarning ma'lum bir qismi cho'kib, o'zan bo'ylab harakatlanishi bilan uning morfometriyasini o'zgartirishi, o'zanda paydo bo'ladigan shakllarni o'zgartirishi va harakatini ta'minlashi mumkin. Suv sathi pasayib, sarf kamayganda ayrim uchastkalarda suvning tashuvchanlik qobiliyati havzadan kelayotgan nanoslar miqdorini kamayishi hisobiga o'zanda oshadi va qisman ayrim o'zan shakllarini yuvadi, lekin boshqa shakllar harakatdan to'xtashi kuzatiladi. Shunday qilib bu shakllar o'zan tubi nanoslari oqimini boshqaradi, qisman suv oqimi miqdoriga ham ta'sir ko'rsatadi.

Havza-oqim-o'zan sistemasining o'z o'zini boshqarishiga o'zanning ko'ndalang kesimi o'zgarishi ham ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sir gidravlik qarshilik orqali namoyon bo'ladi. Bu soha bugungi kungacha etarli darajada o'rganilmagan, shuning uchun uni miqdoriy xarakteristikalarini keltirilmaydi.

3.4. Tadqiqot olib borilayotgan sistemadagi o'z-o'zidan boshqarilish jarayonini chegaralovchi tabiiy omillar

«Daryo havzasi-o'zandagi suv oqimi-daryo o'zani» o'z - o'zini boshqarilishini chegaralovchi tabiiy omillarga, daryo havzasining geologik tuzilishi xususiyatlari, abadiy muzliklar, fizikogeografik sharoitlar (muzlash jarayoni va boshqa ikkinchi darajali tahsirlar) kiradi.

Daryo havzasining geologik tuzilishi daryo o'zaniga oqib kelayotgan suv miqdorini, nanoslar oqimining miqdorini, tarkibini, xarakterini belgilab beradi. Bundan tashqari, daryo havzasi yer osti suvlarini miqdorini va ularning daryo o'zaniga oqib kelishi xarakterini belgilaydi. Bundan tashqari, daryo havzasi geologik tuzilishi qaysidir ma'noda o'zandagi jarayonlar ko'rinishini belgilaydi. Haqiqatdan ham, daryo qirg'og'i yuvilmas qattiq jismlardan iborat bo'lsa, plandagi deformatsiyalar chegaralanib, chuqurlik bo'yicha deformatsiyalar rivojlanishi mumkin. I.V.Popov o'zandagi jarayonlarni tiplarga ajratishda buni qattiq va suyuq oqimlar miqdori bilan bir darajadagi omil deb e'tirof etgan holda o'z klassifikatsiyasini ishlab chiqqan. Shu omilga asoslanib, lentasimon-o'zan tubi nanoslari tizimi, ikkinchi darajali qirg'oqchalar va chegaralangan meandralanish o'zandagi jarayonlar ko'rinishi aniqlangan.

E'tibor bilan qirg'oqlari qiyin yuviladigan daryo o'zanlarini tahlil qilinsa, ularda plandagi deformatsiyalar bo'lmasligini, o'zandagi jarayonlar o'zan tubi nanoslari tizimi yoki ikkinchi darajali qirg'oqchalar ko'rinishida kechishini kuzatish mumkin.

Xuddu shu daryo havzasining geologik tuzilishi muhim o‘rin egallab, majburiy meandralinish jarayoni daryo o‘zanida kechishi va u egri bugrilik tikligini va sonini aniqlashini ko‘rish mumkin. Daryo o‘zaning qiyin yuviladigan uchastkalarida chuqurlik bo‘yicha deformatsiyalar qiyin va sust kechadi, bunda sharsharalar va pog‘onali o‘zanlar shakllanishi kuzatiladi.

Bu omil sistemaning o‘z - o‘zini boshqarishiga sezilarli korrekativlar kiritsada, uning ta’siri doimiyligi sababli daryo sistemasi unga tez moslashib oladi.

Bu boshqarilishda abadiy muzliklar ham muhim o‘rin tutadi. Eski Sovet ittifoqi xududining 48% ini abadiy muzliklar tashkil etgan bo‘lsa, Hozirgi Rossiya federatsiyasining 60%ni abadiy muzliklar tashkil qiladi. Abadiy muzliklar sistemaning o‘z - o‘zini boshqarilishini sezilarli darajada sekinlashtiradi.

Shunday qilib, biz ushbu qo‘llanma hajmi imkoniyati darajasida «Daryo havzasi-o‘zandagi suv oqimi-daryo o‘zani» sistemasining o‘z - o‘zini boshqarishiga ta’sir e’tuvchi omillar bilan tanishib chiqdik.

Xulosa o‘rnida ta’kidlash mumkinki «Daryo havzasi-o‘zandagi suv oqimi-daryo o‘zani» sistemasining o‘zini o‘zi boshqarishiga o‘zandagi nanoslar va xususan o‘zan tubi nanoslari o‘zandagi jarayonlar bilan birgalikda sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Haqiqatdan ham oqim o‘zi ixtiyoriy ravishda o‘zandagi jarayonlar shakllarini bir ko‘rinishdan ikkinchi ko‘rinishga o‘tkazib, o‘zandagi gidravlik qarshilikni va boshqa parametrlarni o‘zgartirishi mumkin.

Daryoning sayoz sohalarini paydo bo‘lishining ahamiyati katta bo‘ladi. Chunki bu sayoz va keng uchastkalar suv va nanoslar oqimi miqdorini boshqarib turishini yuqorida qarab chiqdik. Bu soha oqim tarkibidagi nanoslarni uning tashuvchanligidan katta qismini olib qolishi va oqim nanoslar bilan to‘yinmagan holatda uni nanoslar bilan ta’minlanishi bilan xarakterlanadi.

Qayir va o‘zan oqimlari o‘zaro ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar, qayir oqimlari suv sathi ko‘tarilib, daryoga nanoslar oqimi kirib kelishi miqdori oshganda, suv sathi nishabligini oshirib, o‘zan oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyatini oshirishini ko‘rsatib, suv sathi pasayganda o‘zantagi oqimni va uning tezligini susaytirib, o‘zandagi suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyatini kamaytirishini ko‘rsatgan.

Demak, suv oqimi sathi yuqori bo‘lganda, nanoslar oqimi miqdori o‘zanga kirishi oshganda, o‘zandagi suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyati oshib, o‘zanga nanoslar oqimi miqdori kamayganda oqimning nanoslarni tashuvchanlik

qobiliyati kamayadi. Xuddi mana shu holatlarda sisitemaning o‘z - o‘zini boshqarishi namoyon bo‘ladi.

Lekin, ta’kidlash kerakki, gidrologiyaning ushbu sohasi hozirgi davrgacha mukammal o‘rganilmagan.

MUNDARIJA

	So‘z boshi	
	Kirish.....	
I-BOB	OQIM TARKIBIDAGI QATTIQ JISM ZARRACHALARINING PAYDO BO‘LISHI VA HARAKATLANISHI MEXANIZMI.....	
1.1.	Nanoslar va gruntlarning asosiy xarakteristikalari.....	
1.2.	Nanoslar va gruntlarining mexanik xarakteristikalari.....	
1.3.	Nanoslar va gruntlarning gidravlik xarakteristikalari. Gidravlik kattalik. Loyqalanganlik.....	
1.4.	Ikki fazali oqimlar. Grunt zarrachalari va nanoslarning turbulent oqim tarkibidagi harakatlari. Siqilgan holdagi vaziyatda oqim harakati	
1.5.	Qattiq jism zarrachalarining o‘zan tubidan qo‘zg‘alish va o‘zulishiga mos keluvchi kritik tezliklar . Daryo va kanal o‘zanlarida harakatlanayotgan suv oqimi tezligining yo‘l qo‘yiladigan chegaraviy qiymatlari	
1.6.	Yopishmas gruntlar va nanoslar uchun kritik chuqurliklarni aniqlash formulalari. Markaziy Osiyo daryolari o‘zanlari o‘tadigan tez yuviluvchan gruntlar uchun kritik chuqurlikni aniqlash	
1.7.	Yopishqoq gruntlar va nanoslar uchun kritik chuqurliklarni aniqlash formulalari	
1.8.	Kritik tezliklar va gidravlik kattalik o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar ...	
1.9.	Nanoslarning oqim tarkibida aralashib ketishi mexanizmi . Suv oqimining kattik jism zarrachasiga ta’siri. O‘zanning turg‘unligi	
1.10.	Muallaqlashgan nanoslar. Nanoslarning oqim tarkibida muallaqlashishi nazariyalari tahlili. Turbulent diffuziya differensial tenglamalari sistemasi	
1.11.	Suv oqimining eng yuqori darajadagi loyqalanganligi - oqimining tashuvchanlik qobiliyati. Markaziy Osiyo daryolarida suv oqimining tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash.....	
1.12.	Loyqalanganlikni oqim chuqurligi bo‘ylab taqsimlanishi	
1.13.	O‘zan tubi bo‘ylab harakatlanuvchi nanoslar	
1.14.	Nanoslarning harakatlanishining gryad tartibi. O‘zan tubi nanoslari	
1.14.1.	tizimi... Gryadlarning umumiy xarakteristikasi	

1.14.2.	O‘zan tubi nanoslarini o‘rganish bo‘yicha dala kuzatuvlari va eksperimental tatqiqotlar natjalari tahlili	
1.14.3.	O‘zan tubida harakatlangan nanoslarlarning tasnif-klassifikatsiyasi ...	
1.14.4.	O‘zan tubi nanoslarining paydo bo‘lishi sabablari	
1.14.5.	O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslarning suv oqimi harakatiga qarshiligi.	
1.14.6.	O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar tizimining o‘zan parametrlari va suv oqimining gidravlik xarakteristikalariga bog‘liqligi.....	
1.14.7.	O‘zan tubi nanoslari tizimi parametrlarini va tezligini aniqlash formulalari....	
1.15.	O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar sarfi va uni aniqlashga yondashuvlar natijasida olingan formulalar	
1.16.	O‘zan tubida harakatlanayotgan nanoslar sarfini aniqlash formulalari va metodlarini samaradorligini baholash	
1.17.	Suv oqiminig gidrodinamik xarakteristikasi va o‘zan morfometrik	
1.17.1.	parametrlarining oqimning tashuvchanlik qobiliyatiga ta’siri. Suv oqimining tezligini ta’siri	
1.17.2.	Nanoslar yirikligining o‘zan tubi nanoslari sarfiga ta’siri	
1.18.	O‘zan tubiga cho‘kadigan nanoslar miqdorini hisoblash metodlari. Markaziy Osiyo xududidagi suv omborlariga oqib kirayotgan nanoslarni aniqlash.....	
1.19.	Nanoslarni muallaqlashgan va o‘zan tubi nanoslariga bo‘linishi mezonlari. Muallaqlashgan nanoslarning o‘zan tubi nanoslariga aylanishi va o‘zan tubi nanoslarinig muallaqlashgan nanoslarga aylanishi.....	
1.20.	Suv oqimi tarkibidagi muallaqlashgan va o‘zan tubi nanoslarning sarflari o‘rtasidagi munosabat	
121.	Daryoning qayir sohasining suv oqimi nanoslarni tashishiga ta’siri.....	
1.22	O‘zan va qayr morfometrik tuzilishini unda harakatlanayotgan suv oqimi tashuvchanlik qobiliyatiga ta’siri	
II bob	Daryolar o‘zanlari va qayirlaridagi jarayonlar. O‘zandagi	

	jarayonlarni tiplarga-ko‘rinishlarga ajratish	
--	--	--

2.1.	O‘zandagi jarayonlar nazariyasini ishlab chiqishga gidromorfologik va gidrodinamik yondashish	
2.2.	O‘zandagi jarayonlarini bashorat qilish va hisoblashda qo‘llaniladigan differensial tenglamalar sistemasi	
2.3.	O‘zandagi jarayonlar gidromorfologik nazariyasi asoslari va “O‘zandagi jarayonlar” tushunchasi	
2.3.1.	Qayta tiklanadigan va tiklanmaydigan deformatsion jarayonlar	
2.3.2.	O‘zandagi deformatsion jarayonlarning nanoslar transportiga bog‘liqligi, nanoslar oqimining shakllanishi. O‘zandagi jarayonlarni belgilovchi asosiy omillar.	
2.3.3.	Suv oqimi tarkibida nanoslar oqimining paydo bo‘lishi	
2.3.4.	O‘zandagi jarayonlarning diskretligi va struktura darajalari	
2.4.	O‘zandagi jarayonlarni tiplarga ajratishning ahamiyati va uni bajarishga bo‘lgan talablar	
2.5.	Daryo o‘zanlari tasnifi-klassifikatsiyasi	
2.6.	Rossiya Federatsiyasi Hidrologiya Davlat Instituti(GGI)ning o‘zandagi jarayonlarni tiplarga ajratishi. Umumiy sxemasi.	
2.7.	O‘zandagi jarayonlarning lentasimon-o‘zan tubi nanoslari tizimi va ikkinchi darajali qirg‘oqchalari ko‘rinish-tiplari	
2.7.1.	O‘zandagi jarayonlarning boshqa ko‘rinishi bilan lentasimon-o‘zan tubi nanoslari tizimi moslashishi. O‘zandagi jarayonlarning lentasimon-o‘zan tubi nanoslari tizimi.	
2.7.2.	O‘zandagi jarayonlarning ikkinchi darajali qirg‘oqchalar ko‘rinishi.	
2.7.3.	O‘zan tubi nanoslari tizimini va ikkinchi darajali qirg‘oqlarni hisoblashning gidromorfologik usuli	
2.8.	Meandralanish. Meandralanish haqidagi zamonaviy qarashlar	
2.8.1.	Meandralanishning umumiy xarakteristikasi	
2.9.	Chegaralangan meandralanish	

2.10.	Daryo o‘zaning erkin meandralanishi	
2.10.1	O‘zanni suv urganda deformatsiyalanishi. Daryo o‘zani yonma yon joylashgan egri bugriliklarining o‘zaro ta’siri	
2.10.2.	O‘zan qirg‘og‘ining botiq sohasini yuvilishi xususiyatlari	
2.10.3.	Egri bugrilikning qabarik sohasida plyajlarning shakllanishi.	
2.10.4.	Jarayon qonuniyatlari va uni hisoblash usullari	
2.11.	To‘liq amalga oshmagan meandralanish. Qirg‘oq tarmoqlanish	
2.12.	Qayirdagi ko‘p tarmoqlanish	
2.13.	O‘zandagi tarmoqlanish	
2.14.	Markaziy Osiyoning o‘zanlari tez yuviladigan gruntlardan o‘tadigan daryolarida ro‘y beradigan o‘zandagi tarmoqlanishda deygish hodisasi	
2.14.1.	Deygish hodisasi haqida umumiy tasavvurlar	
2.14.2.	Deygish hodisasining ro‘y berishi sabablari.	
2.14.3.	Deygish hodisasining Amudaryo daryosi va Qoraqum kanalida ro‘y berishi mexanizmining asosiy tiplari	
2.15.	O‘zan qayirlarini tiplarga ajratish	
2.15.1.	Qayirlar va ularning paydo bo‘lishi	
2.15.2.	«Qayir massivi» tushunchasi va uning tiplari	
2.15.3.	Qayirlar tiplari	
2.16.	Markaziy Osiyo regioning tog‘li xududlarda oqadigan daryolarda kechadigan o‘zandagi jarayonlar va ularning xususiyatlari	
2.17.	Sel oqimlari, ularning tasnifi, sel oqimlari harakatlanadigan daryolarning xususiyatlari. Markaziy Osiyo xududida sel kelishi. Sel oqimlari bilan kurashish metodlari	
2.18.	O‘zandagi jarayonlarni o‘rganishdan olingan asosiy xulosalar	
III bob.	O‘z -o‘zidan boshqariluvchi havza - daryo oqimi - o‘zan sistemasida nanoslar va o‘zandagi jarayonlar o‘rni	

3.1.	Havza - daryo oqimi - o'zan sistemasi va uning tashkil etuvchilari. Dunyoda xususan Markaziy Osiyo regionida o'z-o'zini boshqarish sistemasini buzulishi salbiy oqibatlar	
3.2.	Suv havzasi va uning nanoslar miqdorini boshqarilishidagi shakllanishidagi o'rni	
3.3.	O'z - o'zidan boshqariluvchi havza - daryo oqimi - o'zan sistemasida nanoslar miqdori va o'zandagi jarayonlar	
3.4.	Tatqiqot olib borilayotgan sistemadagi o'z - o'zidan boshqarilish jarayonini chegaralovchi tabiiy omillar	
IV bob	O'zandagi jarayonlarga atropogen ta'sir	
4.1.	<i>Markaziy Osiyoda o'zandagi jarayonlarni o'zgarishiga ta'sir etayotgan tabiiy omillar</i>	
4.2.	O'zanlarda ro'y beradigan deformatsion jarayonlarni bashorat qilish prinsiplari	
4.3.	Suv harakati rejimi boshqarilgan holatlarda o'zandagi jarayonlarning rivojlanishi. O'zbekistonda barpo etilgan suv omborlarining tasnifi, ahamiyati va o'rni.	
4.4.	O'zbekiston respublikasi xududidagi suv omborlarining yuqorigi b'eflaridagi deformatsion jarayonlar va ularni loyqa bosishi jadalligi	
4.4.1.	Suv omborlari tasnifi va ularni loyqa bosishi jadalligi.	
4.4.2.	Markaziy Osiyo xududida barpo etilgan suv omborlarini loyqa bosishi va ko'milishi jarayoni mexanizmi.V.S.Lapshenkov talqini	
4.4.3.	Suv omborlarini muallaqlashgan nanoslar bilan loyqa bosishi va o'zan tubi nanoslari bilan ko'milishni hisoblash metodlari. Markaziy Osiyo xududidagi suv omborlarini loyqa bosishini hisoblashda qo'llaniladigan metodlar	
4.4.4.	Zarafshon daryosida harakatlanadigan suv oqimining nanoslarni tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash bo'yicha namunaviy hisoblash	
4.4.5.	Amudaryo daryosi oqimining loyqalanganligini chuqurlik bo'yicha taqsimlanishini hisoblash bo'yicha namunaviy masala	

4.5.	Suv omborlari qirg'oqlarini deformatsiyalanishi	
4.5.1.	Qirg'oqlar deformatsiyalanishi haqida umumiy tushunchalar	
4.5.2.	Suv omborlarining qurilishini ekologiyaga ta'siri va ularning qirg'oqlarga ta'siri	
4.5.3.	Nanoslarning qirg'oq bo'ylab ko'chishini qirg'oq shakllanishiga ta'siri	
4.5.4.	Suv omborlari qirg'oqlarining deformatsiyalanishi hususiy holatlari	
4.6.	Suv omborlarining daryo o'zanlari qayirlariga ta'siri va ularning barpo etilishi ekologik oqibatlari. Suv omborlari buzilishi va uning salbiy oqibatlari	
4.7.	Gidrouzellarning pastki b'eflarida o'zandagi deformatsion jarayonlar	
4.7.1.	Gidorotexnik inshootlarning pastki b'eflari o'zanida deformatsion jaryonlarning ro'y berishi sabablari va umumiy sxemalari	
4.7.2.	Gidrotexnik inshootlar pastki b'eflarida ro'y beradigan deformatsion jarayonlarga ta'sir ko'rsatuvchi omillar	
4.8.	Pastki b'efdagi mahalliy yuvilishlar	
4.8.1.	Asosiy tushunchalar	
4.8.2.	Maxalliy yuvilish mexanizmi va ro'y berishi sabablari	
4.8.3.	Mahalliy yuvilishlar parametrlarini hisoblash	
4.9.	Pastki b'efdagi umumiy yuvilishlar	
4.10.	Suv ombori, gidrouzel, gidroelektrostansiyalarning pastki b'eflaridagi o'zanlarning deformatsiyalanishini hisoblash usullari	
4.10.1.	Deformatsion jarayonlarni bashorat qilish va hisoblashda qo'llaniladigan matematik model	
4.10.2.	Gidrouzellarning pastki b'eflaridagi deformatsiyalarni hisoblashda qullaniladigan gidrodinamik metodlar	
4.10.3.	Gidromorfologik metodlar	
4.10.4.	Qayirlarning shakllanishi xususiyatlari va gidrouzellarning pastki b'efdagi deformatsion jarayonlarning salbiy oqibatlari	

4.11.	O‘zanlarda qurilgan ko‘priklar ta’siridagi deformatsion jarayonlar	
4.11.1.	Dastlabki tushunchalar	
4.11.2.	Ko‘priklarni o‘tish sohasidagi umumiy va jamlangan yuvilishlar	
4.12.	Daryo o‘zanlar va qayirlaridagi karyerlarning o‘zandagi jarayonlarga va oqim gidravlikasiga ta’siri	
4.13.	O‘zanlari mustahkamlanmagan tuproqli kanallardagi deformatsion jarayonlar	
4.13.1	Markaziy Osiyo regionida tuproqli kanallar ahamiyati	
4.13.2.	Tuproq o‘zanli turg‘un kesimli kanallarni hisoblash usullari	
4.13.3.	Turg‘un kesimli kanallarni xisoblash.	
4.13.3.1	Ishqalanish kuchi usuli	
4.13.3.2	Yo‘l qo‘yilgan tezliklar usuli	
4.13.3.3	Rejimli nazariya usuli	
4.13.3.4	Morfometrik bog‘lanishlar usuli	
4.13.4.	Tuproqli o‘zanlardagi turg‘un kesimli kanallarni hisoblash modelini ishlab chiqish	
4.13.5.	Tuproq kanallarda loyqa bosishining kanalning suv o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ta’siri	
4.14.	Daryo o‘zanini rostlash, unini o‘zandagi jarayonlarga va oqim gidravlikasiga ta’siri. Amudaryo o‘zanidagi rostlash ishlari	
4.15.	Himoya dambalar va ularning ekologiyaga va oqim gidravlikasiga ta’siri	
4.16.	Xududlarning urbanizatsiyasini o‘zandagi jarayonlarga va qayirlarni shakllanishiga ta’siri	
4.17.	Daryolardan to‘g‘onsiz suv olishning o‘zandagi jarayonlarga va atrof muhitga ta’siri	
4.18.	Mahalliy-lokal muxandislik inshootlarini daryo qirg‘oqlari va o‘zanlarda joylashtirish prinsiplari	

4.19.	Suv xo'jaligining hozirgi davrdagi rivojlanish davrida o'zandagi jarayonlarning tatqiqot qilishdagi asosiy masalalar	
-------	--	--