

SHURTAN GAZ-KIMYO MAJMUASIDA KOAGULYANTLARNI ARALASHTIRGICH QURILMASINI TAKOMILLASHTIRISH

Ochilov O.Sh.

Samarqand davlat texnika universiteti, tayanch doktorantura talabasi

E-mail: ochliovorifjon04@gmail.com

Barnoqulov Bahromjon Furqat o'g'li

E-mail: bahrombarnoqulov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada Shurtan gaz-kimyo majmuasining suv ta'minoti tizimida koagulyantni suv bilan aralashtirish jarayonining texnologik va boshqaruv jihatlari tahlil qilindi. Koagulyatsiya samaradorligi reagentning suv hajmida tez va bir tekis disperslanishi, aralashtirish intensivligi hamda suvning loyqaligi va pH ko'rsatkichlari bilan uzviy bog'liq. Mavjud doimiy tezlikda ishlovchi aralashtirgichlar suv sarfi va suv tarkibi o'zgaruvchan bo'lgan sharoitda har doim ham optimal gidrodinamik rejimni ta'minlay olmaydi. Shu asosda aralashtirgich konstruksiyasini takomillashtirish, elektrodvigatel aylanish tezligini chastota o'zgartirgich orqali rostlash, suv sarfiga bog'langan avtomatik koagulyant dozlash va loyqalik hamda pH bo'yicha qayta aloqa nazoratini birlashtiruvchi texnologik yechim taklif etildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, mazkur yondashuvni tajriba-sanoat sinovlari bilan verifikatsiya qilish sharti bilan reagent va elektr energiyasi sarfini maqbullashtirish, aralashtirish barqarorligini oshirish hamda keyingi flokulyatsiya, tindirish va filtrlash bosqichlari uchun barqaror sharoit yaratish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: koagulyatsiya, koagulyant, tez aralashtirish, flokulyatsiya, aralashtirgich, avtomatik dozlash, chastota o'zgartirgich, loyqalik, pH, suv ta'minoti, Shurtan gaz-kimyo majmuasi.

Kirish: Gaz-kimyo korxonalarida suv texnologik jarayonlarning uzluksiz va barqaror ishlashini ta'minlovchi muhim resurslardan biridir. Ishlab chiqarish, sovitish va yordamchi tizimlarda qo'llaniladigan suvning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari texnologik talablar doirasida ushlab turilishi lozim. Suvni tozalash tizimlarida

koagulyatsiya jarayoni muallaq va kolloid zarrachalarni beqarorlashtirib, ularni keyingi flokulyatsiya, tindirish va filtrlash bosqichlarida ajratishga tayyorlaydi [1–3].

Koagulyatsiya samaradorligi koagulyantning turi va dozasidan tashqari, uning suv oqimiga qanchalik tez va bir tekis kiritilishi hamda aralashtirishning gidrodinamik sharoitlariga bog‘liq. Ilmiy tadqiqotlarda tez aralashtirishning davomiyligi, tezlik gradienti va qurilma geometriyasi koagulyatsiya natijasiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishi qayd etilgan [4–6]. Xususan, tez aralashtirishning vazifasi koagulyantni xom suv hajmida imkon qadar bir xil disperslash bo‘lsa, keyingi flokulyatsiya bosqichida hosil bo‘layotgan mikrofloklarni yiriklashtirish uchun nisbatan yumshoqroq gidrodinamik sharoit talab qilinadi [5, 6].

Shurtan gaz-kimyó majmuasi kabi yirik sanoat obyektlarida suv sarfi va suvning tarkibi ish rejimiga qarab o‘zgarishi mumkin. Shu sababli doimiy aylanish tezligida ishlaydigan aralashtirgich va o‘zgarmas reagent sarfi asosidagi boshqaruv tizimi o‘zgaruvchan yuklama sharoitida moslashuvchanlikni cheklaydi. Ushbu maqolaning maqsadi — koagulyantlarni aralashtirish qurilmasining ishlashini suv sarfi va suv sifati o‘zgarishlariga moslashtirishga yo‘naltirilgan takomillashtirilgan texnologik-boshqaruv yechimini ilmiy asoslashdan iborat.

Adabiyotlar sharhi: Koagulyatsiya va flokulyatsiya suvni tozalash muhandisligining fundamental jarayonlari sifatida ko‘plab ilmiy va amaliy tadqiqotlarda yoritilgan. Crittenden va hammualliflar suv tozalash tizimlarini loyihalashda kimyoviy reaksiyalar, aralashtirish, massa almashinuvi va jarayonlar ketma-ketligini yagona tizim sifatida ko‘rib chiqish zarurligini ta‘kidlaydi [1]. Edzwald tahriri ostidagi AWWA qo‘llanmasida esa koagulyatsiya, flokulyatsiya, tindirish va filtrlash o‘zaro bog‘langan jarayonlar sifatida qaraladi [2].

Amirtharajah va Mills tez aralashtirish rejimini koagulyatsiya mexanizmiga mos ravishda tanlash zarurligini ko‘rsatgan [4]. Rossini va hammualliflar tez aralashtirish tezlik gradienti va aralashtirish vaqti kabi fizik parametrlarning koagulyatsiya-flokulyatsiya samaradorligiga ta‘sirini tahlil qilgan [5]. Kan va hammualliflarning tadqiqotida esa tez aralashtirish davomiyligining zarracha

beqarorlashtirilishi va qoldiq loyqalik bilan bog‘liqligi eksperimental ravishda ko‘rsatilgan [6].

Jiang koagulyatsiya nazariyasi va turli koagulyantlarning suv sifatini boshqarishdagi rolini umumlashtirgan holda, koagulyant tanlovi bilan bir qatorda suvning kimyoviy sharoiti va jarayon parametrlarini boshqarish muhimligini qayd etadi [7]. Zamonaviy AWWA M37 qo‘llanmasida ham mavjud suv tozalash inshootlarini optimallashtirish, tez aralashtirish va flokulyatsiyani boshqarish, shuningdek, laboratoriya, pilot va to‘liq masshtabli sinovlarni uyg‘unlashtirishga e‘tibor qaratilgan [3].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, aralashtirgichni faqat mexanik qurilma sifatida takomillashtirish yetarli emas; qurilmaning konstruksiyasi, aylanish tezligi, reagent dozalash va suv sifati monitoringini yagona boshqaruv konturida ko‘rish maqsadga muvofiq. Shu nuqtai nazardan, mazkur maqolada Shurtan gaz-kimyo majmuasi sharoitiga moslashtirilgan kompleks texnologik yechim taklif qilinadi.

Tadqiqot metodologiyasi: Tadqiqotda tizimli tahlil, texnologik sxemalarni taqqoslash, koagulyatsiya jarayonining fizik-kimyoviy qonuniyatlarini tahlil qilish hamda boshqaruv parametrlarini funksional bog‘lash usullaridan foydalanildi. Metodologik yondashuv uchta o‘zaro bog‘langan yo‘nalishga asoslandi: (1) aralashtirgichning gidrodinamik ish rejimini optimallashtirish; (2) koagulyant dozasini suv sarfi bilan bog‘lash; (3) loyqalik va pH kabi sifat ko‘rsatkichlari asosida qayta aloqa nazoratini shakllantirish.

Aralashtirish intensivligini baholashda tezlik gradienti tushunchasidan foydalanish mumkin. Umumiy holda u quyidagi munosabat bilan ifodalanadi [3, 5]:

$$G = (P / \mu V)^{1/2}$$

bu yerda G — tezlik gradienti, s^{-1} ; P — aralashtirishga uzatilayotgan quvvat, W ; μ — suvning dinamik qovushqoqligi, $Pa \cdot s$; V — aralashtirish hajmi, m^3 . Amaliy boshqaruvda ushbu parametрни bevosita yoki bilvosita baholash aralashtirgich aylanish tezligini texnologik yuklamaga moslashtirish imkonini beradi. Shuningdek,

koagulyant sarfini suv sarfiga bog'lash uchun dastlabki boshqaruv munosabati quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$Q_k = k \cdot Q_{\text{suv}}$$

bu yerda Q_k — koagulyant uzatish sarfi, Q_{suv} — suv sarfi, k — tajriba-sinovlar orqali aniqlanadigan boshqaruv koeffitsiyenti. Ushbu tenglama maqolada tayyor hisoblash natijasi sifatida emas, balki avtomatik dozlash algoritmining konseptual asosi sifatida qabul qilinadi. k koeffitsiyenti amaliy sinovlarda suv tarkibi, koagulyant turi, pH va loyqalik bo'yicha aniqlashtirilishi kerak.

1-jadval. Mavjud va takomillashtirilgan tizimning funksional taqqoslanishi

Ko'rsatkich	Mavjud yondashuv	Taklif etilayotgan yondashuv
Aralashtirgich tezligi	Doimiy yoki operator tomonidan o'zgartiriladi	Chastota o'zgartirgich orqali yuklamaga mos rostlanadi
Koagulyant dozlash	Qo'lda yoki o'zgarmas sarfga yaqin rejim	Suv sarfiga bog'langan avtomatik dozlash
Suv sifati nazorati	Davriy yoki alohida nazorat	Loyqalik va pH signallarini boshqaruvga kiritish imkoniyati
Tez aralashtirish	Alohida optimallashtirilmagan rejim	Koagulyantni tez va bir tekis disperslashga yo'naltirilgan
Energiya boshqaruvi	Doimiy yuklamaga yaqin	Zarur aylanish tezligiga moslashtirish

Tadqiqot natijalari: Tahlil natijasida koagulyant aralashtirgichini takomillashtirish uchun o'zaro bog'langan beshta texnik yo'nalish aniqlandi: ishchi organning gidrodinamik xususiyatlarini yaxshilash, aylanish tezligini rostdash, koagulyantni avtomatik dozlash, suv sifatini onlayn nazorat qilish va tez aralashtirishni flokulyatsiya bosqichidan funksional jihatdan ajratish.

Aralashtirgich konstruksiyasida parraklarning shakli, diametri, soni, joylashishi va rezervuar devoriga nisbatan masofasi oqim strukturasiga ta'sir qiladi. Shuning uchun ishchi organ faqat aylanish oqimini emas, balki rezervuarning yuqori va quyi qismlarida ham yetarli sirkulyatsiyani ta'minlaydigan konfiguratsiyada tanlanishi lozim. Bu yondashuv o'lik zonalar ehtimolini kamaytirishga va reagentning hajm bo'yicha tarqalishini yaxshilashga xizmat qiladi [1, 5].

Ikkinchi natija sifatida aralashtirgich elektrodvigatelining aylanish tezligini chastota o'zgartirgich yordamida rostlash taklif etildi. Suv sarfi kamayganda aylanish tezligini pasaytirish, yuklama oshganda esa mos ravishda oshirish orqali aralashtirish intensivligini texnologik ehtiyojga yaqinlashtirish mumkin. Bunda energiya tejallishi aralashtirish sifatining pasayishi hisobiga emas, ortiqcha mexanik quvvat berilishini cheklash hisobiga ko'zda tutiladi.

Uchinchi natija — suv sarfi va koagulyant sarfini avtomatik bog'lashdir. Suv quvuriga sarf o'lchagich o'rnatilib, uning signali boshqaruv kontrolleriga uzatiladi; kontroller esa dozator nasosining unumdorligini o'zgartiradi. Natijada suv sarfi o'zgarganda koagulyantning nisbiy dozasi keskin nomutanosib bo'lib qolishining oldini olish mumkin. Biroq yakuniy doza faqat suv sarfiga emas, suvning sifat ko'rsatkichlariga ham bog'lanishi kerak [2, 7].

To'rtinchi natija sifatida loyqalik va pH ko'rsatkichlarini qayta aloqa signali sifatida qo'llash taklif qilindi. Bir xil suv sarfi sharoitida ham suv tarkibining o'zgarishi koagulyant samaradorligini o'zgartirishi mumkin. Shu bois kelgusidagi pilot sinovlarda suv sarfi, loyqalik, pH, koagulyant sarfi, aralashtirgich aylanish tezligi va tayyor suvning qoldiq loyqaligi bir vaqtning o'zida qayd etilishi lozim [6, 7].

Beshinchi natija — tez aralashtirish va flokulyatsiya bosqichlarini alohida funksional rejimlarga ajratishdir. Dastlabki bosqichda koagulyantni tez disperslash, keyingi bosqichda esa hosil bo'layotgan flokulalarni buzib yubormaydigan yumshoqroq aralashtirish talab etiladi [3, 5, 6].

2-jadval. Takomillashtirilgan tizimda nazorat qilinishi lozim bo'lgan asosiy parametrlar

Parametr	Nazorat vositasi	Boshqaruvdagi vazifasi	Kutiladigan texnologik ta'sir
Suv sarfi	Sarf o'lchagich	Dozator va aralashtirgich rejimini moslashtirish	Yuklamaga mos barqaror ish
Aralashtirgich aylanish tezligi	Chastota o'zgartirgich	Aralashtirish intensivligini rostlash	Ortiqcha energiya sarfini cheklash

Koagulyant sarfi	Dozator nasosi	Reagent oqimini boshqarish	Reagent sarfini maqbullashtirish
Loyqalik	Loyqalik datchigi	Qayta aloqa signali	Tozalash sifatini barqarorlashtirish
pH	pH datchigi	Koagulyant rejimini aniqlashtirish	Koagulyatsiya sharoitini moslashtirish



1-rasm. Koagulyant aralashtirish jarayonini adaptiv boshqarishning konseptual doiraviy modeli.

1-rasmdagi doiraviy model texnologik jarayonni yopiq boshqaruv konturi sifatida tasvirlaydi. Ushbu sxemada suv sarfi va suv sifati bo'yicha o'lgan ma'lumotlar dozalan hamda aralashtirish rejimlarini qayta sozlash uchun ishlatiladi. Diagramma segmentlari miqdoriy ulush yoki samaradorlik foizlarini bildirmaydi; ular takomillashtirishning o'zaro bog'langan yo'nalishlarini ko'rsatadi.

Diskussiya: Olingan tahliliy natijalar adabiyotlarda qayd etilgan tez aralashtirishning koagulyatsiya samaradorligiga ta'siri haqidagi xulosalar bilan mos keladi. Amirtharajah va Mills tez aralashtirish rejimini koagulyatsiya mexanizmiga mos tanlash zarurligini ko'rsatgan [4], Rossini va hammualliflar esa tezlik gradienti va aralashtirish vaqtining yakuniy natijaga ta'sirini asoslagan [5]. Kan va hammualliflar tez aralashtirish davomiyligi zarracha beqarorlashtirilishi va qoldiq loyqalik bilan bog'liq ekanini ko'rsatgan [6].

Shu bilan birga, Shurtan gaz-kimyo majmuasi uchun taklif qilinayotgan yondashuvni bevosita sanoat ko'rsatkichlari bilan tasdiqlash uchun mavjud qurilmaning texnik parametrlari va real suv tarkibi bo'yicha qo'shimcha ma'lumotlar zarur. Manba materialida suv sarfi, koagulyant turi, aniq doza, aralashtirgich quvvati, aylanish tezligi va tayyor suv loyqaligi bo'yicha eksperimental sonli ma'lumotlar keltirilmagan. Shu sababli ushbu maqolada aniq foizli iqtisodiy yoki texnologik samaradorlik raqamlari berilmadi. Bu ilmiy jihatdan muhim cheklov bo'lib, keyingi bosqichda laboratoriya jar-testlari, pilot sinovlar va sanoat sharoitidagi monitoring bilan bartaraf etilishi kerak [3].

Kelgusidagi tajriba dasturida kamida uchta rejim — amaldagi rejim, suv sarfiga mos rostlanadigan rejim va suv sarfi bilan birga loyqalik/pH qayta aloqasiga ega adaptiv rejim — o'zaro taqqoslanishi maqsadga muvofiq. Baholash mezonlari sifatida koagulyant sarfi, elektr energiyasi sarfi, qoldiq loyqalik, flokulalarning shakllanishi, tindirishdan keyingi suv sifati va filtrlash bosqichiga tushadigan yuklama olinishi mumkin. Bunday tajriba dizayni taklif etilgan konstruktiv va boshqaruv yechimlarining haqiqiy samaradorligini miqdoriy baholash imkonini beradi.

Xulosa: Shurtan gaz-kimyo majmuasi suv ta'minoti tizimida koagulyantlarni aralashtirish jarayonini takomillashtirish uchun aralashtirgich konstruksiyasi, aylanish tezligi, reagent dozalash va suv sifati monitoringini yagona texnologik boshqaruv konturida birlashtirish taklif etildi.

Aralashtirgich ishchi organlarini oqimni rezervuar hajmi bo'yicha bir tekis taqsimlaydigan tarzda tanlash, elektrodvigatel aylanish tezligini chastota o'zgartirgich yordamida rostlash va koagulyant sarfini suv sarfiga bog'lash jarayonning o'zgaruvchan yuklamaga moslashuvchanligini oshirishi mumkin. Loyqalik va pH bo'yicha qayta aloqa esa koagulyant dozasini faqat gidravlik yuklama emas, suv sifati o'zgarishiga qarab ham aniqlashtirish imkonini beradi.

Maqolada keltirilgan natijalar manba materialida mavjud bo'lgan texnologik tahlil va ilmiy adabiyotlar asosida shakllantirilgan. Taklif etilgan yechimni amaliyotga joriy etishdan oldin mavjud aralashtirgichning quvvati, aylanish tezligi,

rezervuar hajmi, suv sarfi, suvning fizik-kimyoviy tarkibi va qo'llanilayotgan koagulyantning ishchi dozasi aniqlanishi lozim. Keyingi bosqichda jar-test va tajriba-sanoat sinovlari orqali optimal aralashtirish rejimi, dozalash koeffitsiyenti va iqtisodiy samaradorlik miqdoriy jihatdan aniqlanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Crittenden J.C., Trussell R.R., Hand D.W., Howe K.J., Tchobanoglous G. MWH's Water Treatment: Principles and Design. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. DOI: 10.1002/9781118131473.
2. Edzwald J.K. (ed.). Water Quality & Treatment: A Handbook on Drinking Water. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2011. ISBN: 9780071630115.
3. American Water Works Association. M37: Coagulation, Clarification, and Filtration in Water Treatment. 4th ed. Denver, CO: AWWA, 2025. DOI: 10.12999/AWWA.M37ed4.
4. Amirtharajah A., Mills K.M. Rapid-mix design for mechanisms of alum coagulation. Journal AWWA. 1982;74(4):210–216. DOI: 10.1002/j.1551-8833.1982.tb04890.x.
5. Rossini M., Garrido J.G., Galluzzo M. Optimization of the coagulation–flocculation treatment: influence of rapid mix parameters. Water Research. 1999;33(8):1817–1826. DOI: 10.1016/S0043-1354(98)00367-4.
6. Kan C.C., Huang C.P., Pan J.R. Time requirement for rapid-mixing in coagulation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2002;203(1–3):1–9. DOI: 10.1016/S0927-7757(01)01095-0.
7. Jiang J.-Q. Development of coagulation theory and new coagulants for water treatment: its past, current and future trend. Water Supply. 2001;1(4):57–64. DOI: 10.2166/ws.2001.0067.
8. U.S. Environmental Protection Agency. Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule Turbidity Provisions Technical Guidance Manual. Washington, DC: EPA, 2004.
9. Salimov Z.S. **Kimyoviy texnologiyaning nazariy asoslari.** – Toshkent: O'zbekiston, 2003.
10. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. **Коагуляция в технологии очистки природных вод.** – М.: [б.и.], 2005. – 571 с.
11. Запольский А.К., Баран А.А. **Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: свойства, получение, применение.** – Л.: Химия, 1987. – 204 с.