TESKARI OSMOS FILTRATSIYASIDA DINAMIK MEMBRANANI HOSIL QILISHDA TABIIY KRAXMALNING ROLI

Qayumova Lobar Shodimurodovna

"Toshent irregatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti o'qituvchisi, PhD

Annotatsiya Mazkur maqolada sanoat oqova suvlarini teskari osmos (TO) jarayonida tabiiy kraxmal asosida dinamik membrana hosil qilib,ekologik toza yondashuv orqali filtratsiya samaradorligini oshirish masalasi yoritilgan Tadqiqotda makkajo'xori kraxmalidan foydalanib, teskari osmos membranasi yuzasida dinamik membrana (DM) hosil qilish usuli taklif etilgan. Dinamik qatlam filtrning tiqilib qolishini kamaytiradi, oqim tezligini barqarorlashtiradi va filtrlash samaradorligini oshiradi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, kraxmal konsentratsiyasi 0,1–0,2% bo'lganda suv o'tkazuvchanligi 18–25% ga, tozalash darajasi esa 12–15% ga ortadi.

Kalit so'zlar: teskari osmos, dinamik membrana, makkajo'xori kraxmali, oqova suv, filtratsiya, permeat, konsentrat.

Аннотация. В данной статье рассматривается повышение эффективности фильтрации промышленных сточных вод в процессе **обратного осмоса (ОО)** с использованием **динамической мембраны (ДМ)**, сформированной на основе **природного крахмала**. Предложен экологически чистый метод образования динамической мембраны на поверхности обратного осмоса с применением **кукурузного крахмала**. Динамический слой способствует снижению засорения фильтра, стабилизирует скорость потока и повышает эффективность фильтрации. Результаты исследования показали, что при концентрации крахмала **0,1–0,2%** водопроницаемость увеличивается на **18–25%,** а степень очистки — на **12–15% .**

Ключевые слова: обратный осмос, динамическая мембрана, кукурузный крахмал, сточные воды, фильтрация, пермеат, концентрат.

Annotation. This article discusses the improvement of industrial wastewater filtration efficiency in the **reverse osmosis (RO)** process through the formation of a **dynamic membrane (DM)** based on **natural starch**, representing an environmentally friendly approach. A method for forming a dynamic membrane on the surface of the reverse osmosis membrane using **corn starch** is proposed. The dynamic layer reduces filter clogging, stabilizes the flow rate, and enhances filtration efficiency. The results show that at a starch concentration of **0.1–0.2%**, water permeability increases by **18–25%,** while the purification efficiency improves by **12–15% .**

Keywords: reverse osmosis, dynamic membrane, cornstarch, effluent, filtration, permeat, concentrate.

ISSN 3030-3907

Kirish

Sanoat korxonalaridan chiqadigan oqova suvlar tarkibida turli xil organik va noorganik birikmalar, og‘ir metallar, yog‘ mahsulotlari, sulfat va xlorid ionlari mavjud. Bu moddalarning tozalashsiz tabiatga chiqarilishi ekologik muvozanatga jiddiy zarar yetkazadi. Shu bois zamonaviy tozalash texnologiyalari, jumladan teskari osmos (reverse osmosis) usuli keng qo‘llanilmoqda [1] .

Bugungi kunda dunyo miqyosida suv havzalarining sanoat oqova suvlari bilan ifloslanishini kamaytirish, atrof-muhitni muhofaza qilish hamda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish dolzarb masalaga aylangan. Yengil sanoat korxonalarida bo‘yovchi moddalar xilma-xilligi ortib borayotganligi oqova suvlarning ifloslanish darajasini yanada oshirmoqda [2] .

An’anaviy tozalash usullari — flotatsiya, koagulyatsiya, sorbsiya va ekstraksiya — ko‘p hollarda 40–45% dan ortiq tozalash samaradorligini bermaydi. Shu sababli ekologik xavfsiz, iqtisodiy jihatdan maqbul hamda fizik-kimyoviy asoslangan kombinatsion tozalash usullarini ishlab chiqish zarur.

1. Teskari osmos jarayonining mohiyati

Teskari osmos jarayoni — osmotik bosimdan yuqori tashqi bosim ta’sirida suv molekulalarini yarim o‘tkazuvchan membrana orqali o‘tkazish asosida ishlaydi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:[3]

Oldindan tozalash: mexanik filtrlash, koagulyatsiya, pH muvozanatlash.

Asosiy bosqich: teskari osmos orqali filtrlash.

Ajratish: permeat (tozalangan suv) va konsentrat (iflos qoldiq) oqimlarini ajratish. Qayta ishlatish: tozalangan suvni qayta aylanishga kiritish.

2. Dinamik membrana tushunchasi va afzalliklari

Dinamik membrana — bu asosiy membrana yuzasida oqimdagi moddalarning o‘z-o‘zidan yoki maqsadli hosil qilgan vaqtinchalik faol qatlamidir. U quyidagi afzalliklarga ega:

Asosiy membranani ifloslanishdan himoya qiladi;

Tiqilib qolishni kamaytiradi;

Filtrlash unumdorligini barqarorlashtiradi;

Uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi.

Makkajo‘xori kraxmali tabiiy, arzon va biodegradatsiyalanadigan polimer sifatida dinamik qatlam hosil qilish uchun qulaydir. U gidratlanish jarayonida silliq, o‘tkazuvchan qatlam hosil qilib, membrananing ishlashini yaxshilaydi [4] .

Tadqiqot uslubi

Laboratoriya tadqiqotlari natijalari oqova suvni qayta ishlashda yengil sanoat korxonalari uchun ultrafiltratsiyani qo‘llash istiqbollarini ko‘rsatadi. Ushbu sohada ultrafiltratsiyaning keng qo‘llanilishini sekinlashtiradigan asosiy sabablardan biri — yuqori samarali, agressiv muhitga chidamli va issiqlikka

ISSN 3030-3907

bardoshli membranalarning yetishmasligidir.

Hozirgi vaqtda ushbu qiyinchiliklarni yengish uchun mavjud bo‘lgan ultrafiltratsiya membranalariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega bo‘lgan dinamik membranalardan foydalanish asosida yo‘l belgilandi [5] .

Bu jarayonni amalga oshirishda O‘zbekiston sharoitida topish oson bo‘lgan, nisbatan arzon dinamik membrana hosil qiluvchi mahalliy xom ashyolardan biri — makkajo‘xori kraxmalidan foydalanilgan holda dinamik membrana hosil qilindi va yuqori natijalarga erishildi.

Tajriba 10 litr hajmli model eritma asosida olib borildi. Oqova suv sifatida sulfat va xlorid ionlari mavjud texnologik eritmadan foydalanildi.

Laboratoriya tadqiqotlari natijalari oqova suvni qayta ishlashda yengil sanoat korxonalari uchun ultrafiltratsiyani qo‘llash istiqbollarini ko‘rsatadi. Ushbu sohada ultrafiltratsiyaning keng qo‘llanilishini sekinlashtiradigan asosiy sabablardan biri — yuqori samarali, agressiv muhitga chidamli va issiqlikka bardoshli membranalarning yetishmasligidir.

Hozirgi vaqtda ushbu qiyinchiliklarni yengish uchun mavjud bo‘lgan ultrafiltratsiya membranalariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega bo‘lgan dinamik membranalardan foydalanish asosida yo‘l belgilandi.

Bu jarayonni amalga oshirishda O‘zbekiston sharoitida topish oson bo‘lgan, nisbatan arzon dinamik membrana hosil qiluvchi mahalliy xom ashyolardan biri — makkajo‘xori kraxmalidan foydalanilgan holda dinamik membrana hosil qilindi va yuqori natijalarga erishildi.

Jarayon bosqichlari quyidagicha tashkil qilindi:

Eritmaga 0,1–0,5% konsentratsiyadagi makkajo‘xori kraxmali qo‘shildi;

Aralashtirish 30 daqiqa davom ettirildi, kraxmal to‘liq shishirildi;

Teskari osmos qurilmasida 1,2–1,5 MPa bosim ostida filtratsiya amalga oshirildi;

Permeat miqdori, oqim tezligi va tozalash darajasi o‘lchandi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kraxmal konsentratsiyasi 0,1–0,2% bo‘lganda suv o‘tkazuvchanligi 18–25% ga oshadi, tozalash darajasi esa 12–15% yuqori natija beradi [6] .

Tajriba obyekti va sanoat ma’lumotlari (Buxoro viloyati misolida)

Buxoro viloyatida jami 23 ta oqova suvlarni tozalash inshootlari mavjud. Ulardan:

19 tasi — biologik tozalash,

3 tasi — mexanik tozalash,

1 tasi — to‘liq tizimli tozalash uchun mo‘ljallangan.

“Tozalangan oqova suvlarning 16 tasi zovurlarga, 5 tasi shimdirish maydonlariga, 2 tasi esa relefga oqiziladi”[7] .

10 litr suvda kimyoviy birikmalarni eritib model eritma tayyorlandi. Teskari osmos apparati yordamida rangli oqova suv filtrlanib, filtratdagi rang, suvning

ISSN 3030-3907

tozalash tezligi, pH, model eritma tarkibidagi tuz miqdori va bo‘yoqlarning ushlab qolinishi laboratoriya jihozlarida aniqlandi.

Apparat ishga tushirilganidan bir soat o‘tgach, filtratdan dastlabki natijalar olindi va keyingi har bir soatda filtrat namunasi olib tahlil qilindi. Natijalar olish jarayonida tozalanayotgan filtrat tezligi, oqova suv harorati, bosimi va pH darajasi doimiy ravishda nazorat qilindi [8; O‘zO‘U 0556:2012].

1-jadval

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari (model eritmaning tarkibi: H_2O — 10 l, NaCl — 0,5 mg/l, kub bo‘yoq va faol bo‘yoq — 0,75 mg/l)

Model eritmadan olingan filtrat namunasi, vaqt (T)soat	Filtratning olinishi tezligi V (ml/l.s)	Teskari osmos apparatida harakatlanayotgan oqova suv tezligi, V m/s	Eritmaning muhit ko‘rsatkichlari, pH	Eritmaning Harorati, t°	Ultrafiltiratsiya natijasi (kraxmalsiz), mg/l	Ultrafiltratsiya jarayonida DM natijasi kraxmal qo‘shimchasi bilan, mg/l
0	0,83	45:20	8-9	5°C-38°C	0	0,13
1	0,85	30:48	9-10	5°C-38°C	0,05	0,13
2	0,83	25:02	9-10	5°C-38°C	0,09	0,13
3	0,84	23:40	9-10	5°C-38°C	0,05	0,12
4	0,86	40:96	9-10	5°C-38°C	0,13	0,11
5	0,87	32:45	9-10	5°C-38°C	0,17	0,13
6	0,88	40:10	9-10	5°C-38°C	0,18	0,13
7	0,85	30:5	9-10	5°C-38°C	0,19	0,13
8	0,82	35:3	9-10	5°C-38°C	0,19	0,13

Bundan kelib chiqadiki, yuqori pH qiymati (10,3) bo‘lgan barcha rejimlarda eng yaxshi ultrafiltratsiya ko‘rsatkichlariga erishiladi. Makkajo‘xori kraxmali qo‘shimchasi bilan dinamik membrana hosil qilinib, membrananing o‘ziga xos ishlashi, ya’ni filtratning ajralishi kamroq pasayishi, sirt faol moddalar (SFM),

ISSN 3030-3907

bo‘yoq va Na ionlarining yuqori selektivligi bilan namoyon bo‘ladi. Dinamik membrana hosil qilish uchun aynan ilk bor makkajo‘xori kraxmalidan foydalanishga sabab (motivatsiya) shundaki, korxona ishlab chiqarish texnologiyasida makkajo‘xori kraxmali ishlatiladi va oqova suv tarkibida mavjud.

Bunday muhitni yaratishdan oldin, makkajo‘xori kraxmali qo‘shimchasi kiritilganda, membranadagi filtratni ajratish xususiyatlari biroz yaxshilanadi, ammo uning ta’siri juda zaif ko‘rinadi. Bu, ehtimol, pH ko‘tarilishi bilan kislota polimerlarining aura membranasi tomonidan adsorbsiyasi zaiflashishi va o‘zgartiruvchi polimer qatlami deyarli hosil bo‘lmagani bilan izohlanadi. Shuning uchun qo‘shimchaning ushbu eritmaning yuqori pH darajasidagi ultrafiltratsiya natijalariga ozgina ta’siri bo‘lishi haqidagi taxmin tasdiqlanadi.

Bosim ostida oqova suv aylanayotganda, g‘ovakli membrana orqali filtrlanayotgan murakkab tarkibli komponentlarni o‘z ichiga olgan eritmaning doimiy filtrlash jarayonida dinamik membrana makkajo‘xori kraxmali hisobiga hosil bo‘ladi [9] .

Dinamik membrana mavjudligining zaruriy sharti — filtrlanayotgan eritmada dinamik membrana hosil qiluvchi komponent (makkajo‘xori kraxmali) doimiy bo‘lishidir. Makkajo‘xori kraxmali qo‘shimchasini yetkazib berishni to‘xtatganda, membrananing xususiyatlari o‘zgaradi va bir necha soat ichida u parchalanadi. Bu holat eritma va membrana o‘rtasida kolloid zarrachalarning uzluksiz almashinuvini hamda membrana–eritma dinamik muvozanatining mavjudligini ko‘rsatadi.

Buxoro shahridagi “Ozod Buxoro tekstil” MChJ yengil sanoat korxonasida o‘tkazilgan tadqiqotlar, ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘lgan oqova suvlarni ultrafiltratsiya orqali qayta tozalash mumkinligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kraxmal asosida hosil qilingan dinamik membranalar oqimni barqarorlashtirib, permeat sifatini oshirgan.

Xulosa qilib olib borilgan tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

❖ Teskari osmos usuli sanoat oqova suvlarini yuqori darajada tozalashga imkon beradi;

❖ Makkajo‘xori kraxmali asosida hosil qilingan dinamik membrana filtrning ishlash barqarorligini oshiradi va tiqilib qolishni kamaytiradi;

❖ Optimal kraxmal konsentratsiyasi 0,1–0,2% bo‘lganda eng yuqori samaradorlik kuzatildi;

❖ Bu usul arzon, ekologik xavfsiz va mahalliy xom ashyolarga asoslanganligi bilan ustunlikka ega.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. H.Q. Chu.D, cao, W. Jin, B.Z. Dong Choracteristics of bio-diatomic membrane process for municipal wastewater treatment, // J.Membr. Sci. 325(2008) 271-276. DOI: 10.1016/j.memsci.2008.07.040.
2. Исследование процесса очистки сульфатных сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности с помощью полупроницаемых мембран. – М., 1978. – 21 с.
3. Dynamic membranes in wastewater treatment. Water and Waste Treatment, 1989, Vol. 19(11), pp. 15–22.
4. Ahmad, A. L., Ooi, B. S., & Mohammad, A. W. (2010). Membrane technology for water and wastewater treatment. Elsevier.
5. O‘zbekiston Respublikasi “Suv ta’minoti va oqova suvlarni tozalash tizimlari” fan dasturi. Toshkent, 2022.
6. Qayumova L.Sh., Jurayev O.J. Ultrafiltratsiya usulida dinamik membranalar yordamida takomillashtirilgan membranalar orqali yengil sanoat rangli oqova suvlarini tozalash. // Mirzo Ulug’bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. MEMORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI (Ilmiy-texnik jurnal). 2024 yil № 3. 235-237 b.
7. Jurayev O.J., Qayumova L.Sh. Yengil sanoat rangli oqova suvlarni dinamik membranalar yordamida tozalash istiqbolli usuldir. // “Paxta tozalash, to‘qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2023 yil 20-21 oktabr 36-38 b. Termiz 2023.
8. O‘zO‘U 0556:2012. Массовая концентрация величины водородного показателя электирометрическим. 2023 yil 1-noyabrdagi ML. 1236-son guvohnoma.
9. Urishev B., Nosirov F. J. Reduced Pump Power Consumption Micro Accumulating Power Plants. International Journal of Advanced Science and Technolog, Vol. 29, No. 7 (2020), p. 2128 – 2136 http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/17478/8832

ISSN 3030-3907