# NEFT VA GAZ SANOATIDA OQOVA SUVLARNI TOZALASH: ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLI ILMIY YO‘NALISHLAR

**B.A. Yo‘ldoshev**
*O‘zbekiston Milliy universiteti harbiy tayyorgarlik o‘quv markazi*
**X.B. Abdumalikova**
*Toshkent kimyo-texnologiya unstituti,*
*E-mail: abdumalikova.khusnora.2021@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada neft va gazni qazib olish jarayonida hosil bo‘ladigan oqova suvlarning miqdori, kimyoviy tarkibi, ekologik xavfi hamda ularni tozalashning hozirgi zamonaviy usullari tahlil qilinadi. An’anaviy mexanik ajratishdan boshlab, filtrlash, ilg‘or oksidlanish jarayonlari, biosorbsiya, biologik tizimlar va ularning birgalikda qo‘llaniladigan gibrid kombinatsiyalari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, suvni qayta ishlatish, foydali tuzlarni ajratib olish, resurslarni tiklash imkoniyatlari hamda ekologik me’yorlar tahlil qilinadi.

**Kalit so‘zlar:** neft va gaz sanoati, texnik oqova suvlar, ekologik xavfsizlik, fizik-kimyoviy tozalash, koagulyatsiya, adsorbsion jarayon, gibrid texnologiyalar.

**Аннотация.** В данной статье анализируется количество, химический состав, экологическая опасность сточных вод, образующихся в процессе добычи нефти и газа, а также современные методы их очистки. Рассматриваются методы от традиционного механического разделения до фильтрации, передовых процессов окисления, биосорбции, биологических систем и их комбинированных гибридных вариантов. Также анализируются возможности повторного использования воды, извлечения полезных солей, восстановления ресурсов и экологические нормы.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность, технические сточные воды, экологическая безопасность, физико-химическая очистка, коагуляция, адсорбционный процесс, гибридные технологии.

**Abstract.** This article analyzes the quantity, chemical composition, and environmental hazards of wastewater generated during oil and gas production processes, as well as modern methods for their treatment. The study examines methods ranging from traditional mechanical separation to filtration, advanced oxidation processes, biosorption, biological systems, and their combined hybrid variants. Additionally, the article analyzes the possibilities of water reuse, extraction of valuable salts, resource recovery, and environmental regulations.

**Keywords:** oil and gas industry, industrial wastewater, environmental safety, physicochemical treatment, coagulation, adsorption process, hybrid technologies.

## Kirish



ISSN 3030-3907

Neft va gaz sanoati texnologik jarayonlarida hosil bo‘ladigan oqova suvlar ekologik xavfsizlik va resurslardan samarali foydalanish nuqtai nazaridan muhim ilmiy-amaliy masalalardan biridir. Bunday oqova suvlar asosan neft va gazni qayta ishlash, sovutish, yuvish, fraksiyalash, katalitik kreking, gidrotozalash hamda neft mahsulotlarini saqlash va tashish jarayonlarida hosil bo‘ladi. Ularning tarkibi murakkab bo‘lib, yuqori darajada neft mahsulotlari, organik birikmalar, og‘ir metall ionlari, tuzlar, fenollar, sirt faol moddalar va mexanik aralashmalar bilan boyigan.

Texnologik oqova suvlarning miqdori ishlab chiqarish hajmiga bevosita bog‘liq bo‘lib, neft-gaz korxonalarining faoliyati kengaygani sari ularning hajmi ham ortib bormoqda. Shu bilan birga, mavjud tozalash tizimlarining eskirganligi, reagentlarning qimmatligi va biologik hamda fizik-kimyoviy jarayonlarning yetarli darajada uyg‘unlashtirilmagani sababli ko‘plab korxonalarda suvni qayta ishlatish imkoniyatlari cheklangan. Natijada oqova suvlar atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatib, tuproq, suv havzalari va biosferaning umumiy ifloslanish darajasini oshirmoqda. Bugungi kunda texnik oqova suvlarni chuqur tozalash va qayta aylanishga kiritish masalasi neft-gaz sanoatining barqaror rivojlanishi, resurs tejamkorligi va ekologik xavfsizligi bilan uzviy bog‘liq. Shu sababli zamonaviy ilmiy izlanishlar biologik, adsorbsion, koagulyatsion va membranali jarayonlarni o‘zaro uyg‘unlashtirgan gibrid tozalash texnologiyalarini ishlab chiqishga qaratilgan. Bunday tizimlar oqova suv tarkibidagi murakkab ifloslantiruvchi moddalarning birgalikda parchalanishi va adsorbsiyasi hisobiga tozalash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Mazkur tadqiqot neft va gaz sanoati korxonalarida hosil bo‘ladigan texnik oqova suvlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini, ularni tozalashda qo‘llanilayotgan usullarni tahlil qilish hamda yangi, iqtisodiy jihatdan maqbul va ekologik barqaror texnologik yechimlarni ishlab chiqishga qaratilgan.

## ADABIYOTLAR TAHLILI

Neft va gazni qayta ishlash energetika sanoatining eng muhim tarmog‘i hisoblanadi va ushbu sanoat korxonalari atrof-muhit uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Qazib olish va tashish, qayta ishlash va chiqindilarni utilizatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda havoga, suvga va tuproqqa turli xil organik va noorganik ifloslantiruchi zaharli, kimyoviy moddalar chiqariladi. Ushbu jarayon quyidagi asosiy ekologik muammolarni o‘z ichiga oladi: issiqxona gazlari ($CO_2$, $CH_4$), atmosfera havosining turli xil moddalar bilan ifloslanishi (azot, oltingugurt oksidlari, uchuvchan organik moddalar va birikmalar), zaharli chiqindilar (cho‘kindi, shlam va ishlatilgan katalizatorlar) hosil bo‘lishi, suv resurslarining neft mahsulotlari bilan ifloslanishi, favqulodda avariya holati va sizib chiqish ehtimolining ortishi (neft to‘kilishi, portlash) [1]. Aholi yashash hududlari


ISSN 3030-3907

yaqinida, suv havzalari qirg‘oqlarida joylashgan neft va gazni qayta ishlash zavodlari juda xavfli hisoblanadi. Hozirda ko‘plab neft va gazni qayta ishlash korxonalari atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish bo‘yicha tozalash inshootlarida samarali usullarni qo‘llash (oqova suvlarni tozalashning mexanik, fizik-kimyoviy, biologik usullari), gaz tozalash qurilmalari (skrubber, absorber, elektrofiltrlar), issiqlik va chiqindilarni samarali utilizatsiya qilish tizimlari (qayta foydalanish, regeneratsiya), uskunalardan maxsulotlarning sizib chiqishini doimiy tarzda nazorat qilish va germetizatsiyalashni samarali amalga oshirish, ISO 14001, EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) va boshqa xalqaro standartlarga rioya qilish kabi chora-tadbirlarini qo‘llab kelmoqda. Ammo, ushbu chora-tadbirlarning samaradorlik darajasi mintaqaga, uskunalarni modernizatsiya qilishga va davlat nazorati darajasiga qarab farqlanadi [2-5].

Bugungi kunda atrof-muhitga ta’sirni kamaytirishda neft va gazni qayta ishlash zamonaviy muammolarini inobatga olgan holda quyidagi istiqbolli yo‘nalishlar qayta ko‘rib chiqilishi lozim [6]:

- zamonaviy, ilg‘or mavjud texnologiyalarga (EMT) o‘tish - avtomatlashtirish, chiqindilarni raqamli doimiy nazorat qilish, qayta ishlashning yopiq aylanma ko‘rinishlari;

- karbonsizlantirish jarayoni - uglerodni tutib qolish va saqlash (CCS) texnologiyalarini joriy etish, yuqori uglerod izli yoqilg‘i ulushini kamaytirish;

- “Yashil kimyo”ni rivojlantirish - an’anaviy jarayonlarni ekologik jihatdan xavfsiz va chiqindilar kamroq hosil bo‘ladigan jarayonlar bilan almashtirish;

- Sanoat korxonalarining energiya ta’minotiga qayta tiklanuvchi va qayta ishlatiluvchi energiya manbalarini (QTEM) integratsiyalash;

- Sanoatda aylanma iqtisodiyotni yanada rivojlantirish - qayta ishlatiluvchi resurslar va chiqindilardan qayta foydalanish (masalan, moylarni qayta tiklash);

-Ekologik qonunchilikni yanada takomillashtirish va barqaror texnologiyalarga sarmoyalarni jalb qilish uning jozibadorligini oshirish.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot neft va gaz sanoati korxonalari texnik oqova suvlarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish hamda ularni tozalash jarayonlarining samaradorligini baholashga qaratilgan.

Namunalar ishlab chiqarishning turli texnologik bosqichlaridan olingan va tahlil qilingan. Oqova suvlarning asosiy ko‘rsatkichlari, neft mahsulotlari, tuzlar va og‘ir metall ionlari miqdori — spektrofotometrik, rentgen flyuroskopik va gaz-suyuqlik xromotografiyasi usullari yordamida aniqlangan. Tozalash jarayonlari (koagulyatsiya, flokulyatsiya, adsorbsion) laboratoriya sharoitida o‘rganilib, optimal sharoitlar rejalashtirish usuli orqali aniqlangan. Samaradorlik


ISSN 3030-3907

ifloslantiruvchi moddalarning kamayish foizi va tiniqlik darajasi bo‘yicha baholangan.

Natijalar statistik tahlil asosida umumlashtirilib, taklif etilgan texnologik yondashuvlarning ekologik va iqtisodiy samaradorligi baholangan.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR**

Gazni qayta ishlash jarayonlarida chiqindi sifatida hosil bo‘layotgan texnik oqova suvlarning tarkibi fizik-kimyoviy tahlillar asosida tekshirilganda tarkibida quyidagi ifloslantiruvchi moddalar borligi aniqlandi (1-jadval).

**1-jadval**

**Gazni qayta ishlash jarayonida qurilmalardan ajralayotgan oqova suvlar tarkibi**

| T/r | Oqova suv tarkibi | Tahlil asosidagi miqdori |
|---|---|---|
| 1 | Ammoniy ioni ($NH^{4+}$) | 2,2 mg/l |
| 2 | Nitrit ioni | 0,06 mg/l |
| 3 | Nitrat ioni | 7,6 mg/l |
| 4 | Fosfatlar | 1,1 mg/l |
| 5 | Sulfatlar | 75,67 mg/l |
| 6 | Xloridlar | 398 mg/l |
| 7 | Neft mahsulotlari | 0,578 mg/l |
| 8 | Temir ioni | 0,55 mg/l |
| 9 | Quruq qoldiq | 900 mg/l |
| 10 | Qattiqligi | 25 mg-ekv/l |
| 11 | pH | 12 |
| 12 | Hidi | o‘tkir hidli |
| 13 | Tiniqligi | Xira |

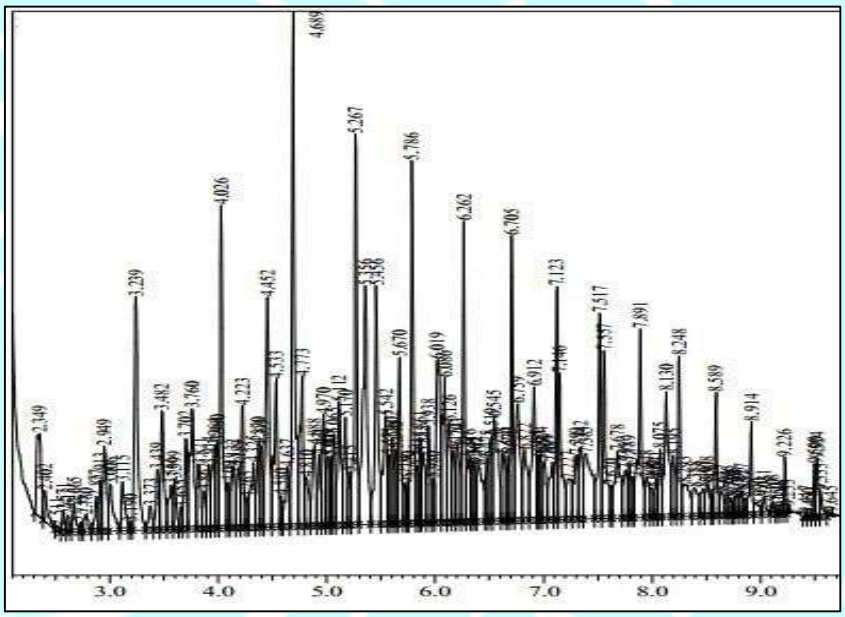
Ushbu oqova suvlarni tozalashda kompleks yondashuv asosida usullarni tanlash maqsadga muvofiqdir. Oqova suv muhiti pH-12 bo‘lganligi sababli koagulyant va flokulyantlar bilan bir bosqichda tozalash jarayonini amalga oshirish samarali natija bermaydi. Bunda tozalash jarayonini ikki bosqichda olib borilganda, ya’ni adsorbsion va koagulyatsiya usullaridan foydalanilganda suvning tozalik darajasini 85-90% yetqazish imkoniyati mavjud.

Shu nuqta’i nazardan kelib chiqib gazni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘layotgan oqova suvlarni biologik parchalanuvchi sorbentlar bilan birinchi bosqichda metall ionlaridan, ikkinchi bosqichda esa $Al_2(SO_4)_3$ reagnetini koagulyant sifatida qo‘llash orqali dispers hamda kolloid moddalardan samarali tozalash mumkin. Natijada, tozalangan suvni qayta qo‘llash imkoniyatiga erishiladi.

Quyida tozalangan oqova suvning xromotografik tahlil natijasi keltirilgan (1-rasm).



ISSN 3030-3907




**1-rasm. Gazni qayta ishlashda hosil bo‘lgan oqova suvlarning tozalash jarayonidan keyingi xromotografik tahlil natijalari**

Xromatografik tahlil oqova suv namunalarida ko‘p komponentli organik ifloslanish mavjudligini ko‘rsatdi. Tozalashdan keyin asosiy cho‘qqilarning intensivligi sezilarli darajada kamaygan, bu biologik parchalanuvchi sorbentning koagulyant bilan birgalikda gibrid tozalash texnologiyasi asosida yuqori samarali tozalash faoliyatini tasdiqlaydi. Demak, ishlab chiqilgan biosorbsiya–koagulyatsiya asosidagi gibrid texnologiya oqova suvdagi uglevodorodli va fenol tipidagi organik birikmalarni samarali tarzda olib tashlash imkonini beradi. Shuningdek, oqova suv tarkibidagi $Zn^{2+}$, $Cu^{2+}$, $Fe^{3+}$, $Pb^{2+}$ metall ionlari samarali olib tashlangan. Suvning elektr o‘tkazuvchanligi esa 1983 µs/sm dan 1514 µs/sm ga pasaygani aniqlandi.

**XULOSA**

Yuqoridagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, biologik parchalanuvchi sorbentlardan foydalangan gibrid tozalash tizimlari neft-gaz sanoati oqova suvlaridagi murakkab organik va noorganik ifloslantiruvchi moddalarning adsorbsion, koagulyatsion va biologik parchalanish jarayonlarini birlashtirgan holda yuqori samaradorlikka erishadi. Bunday tizimlar ekologik xavfsiz va barqaror suv resurslari aylanishini ta’minlaydi, reagent sarfini kamaytiradi, chiqindi hosil bo‘lishini minimallashtiradi, sanoat korxonalarining ekologik me’yorlarga muvofiqligini oshiradi. Odatda, oqova suvlarni tozalashda mexanik, kimyoviy yoki biologik usullar alohida qo‘llaniladi.

Biroq ushbu usullar ko‘pincha murakkab tarkibli sanoat oqova suvlarida yuqori tozalash darajasini ta’minlay olmaydi. Shu sababli so‘nggi yillarda gibrid tozalash texnologiyalari, ya’ni turli tozalash bosqichlarini o‘zaro kombinatsiyalash orqali integratsiyalangan tizimlar joriy etilmoqda.


ISSN 3030-3907

Tajriba va amaliy kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, neft sanoati oqova suvlarini kompleks gibrid tizimlar yordamida tozalash 95–99 % gacha tozalash darajasini ta’minlaydi. Bu esa ekologik me’yorlarga to‘liq javob beruvchi, barqaror va resurs tejamkor texnologiya sifatida e’tirof etilmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Применение неорганических сорбентов для очистки промышленных сточных вод / Л. А. Марченко, Т. Н. Боковикова; Кубанский гос. технологический ун-т (Краснодар). - Краснодар: КубГТУ, 2017. - 163 с
2. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей: учеб. пособие / В. В. Милютин, М. Б. Алехина, Б. Е. Рябчиков; Рос. хим.- технол. ун-т им. Д. И. Менделеева. - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. - 131 с.
3. Lee, S., et al. (2023). Nanostructured catalysts for sustainable hydrocarbon processing. Catalysis Today, 392, 12-29.
4. Pourehie O, Saien J. Процесс гомогенного гипохлорита натрия/железа с использованием солнечной энергии при очистке сточных вод нефтеперерабатывающих заводов для повторного использования. Технология разделения и очистки. 2021;274:119041. DOI: 10.1016/j.seppur.2021.119041.
5. Манетти М., Томей М. К. Экстрактивные полимерные мембранные биореакторы для очистки промышленных сточных вод: теория и практика. Безопасность процессов и защита окружающей среды. 2022;162:169-186. DOI: 10.1016/j.psep.2022.03.063.
6. Зембович С., Кида М. Ограничения и будущие направления применения процесса Фентона при деградации микрозагрязнителей в очистке воды и сточных вод: критический обзор. Chemosphere. 2022;296:2-8. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.134041.


ISSN 3030-3907