

SHLAM TARKIBIDAGI FOYDALI KOMPONENTLARNI AJRATISHNING ZAMONAVIY USULLARI

Abdullayeva Dilnoza Ochilboy qizi

Toshkent Davlat Texnika Universiteti 1-kurs magistranti

dabdullaeva787@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17790566>

Kirish (Introduction)

Shlam — ya'ni suvsizlantirilmagan, yarim suyuq yoki yarim qattiq holatda bo'lgan chiqindi modda — ko'p hollarda sanoat, neft-gaz, kommunal va chiqindilarni qayta ishlash jarayonlarida yuzaga keladi. Bunda shlam tarkibida organik moddalar, metall ionlari, fosfor, kiyim-kudurga o'tgan yog'lar, barqaror va noo'rin birikmalar mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, chiqindi shlamlarida fosfor 0,5-2,5 % atrofida bo'lishi mumkinligi qayd etilgan. discovery.ucl.ac.uk/2PubMed+2

Shlamning tarkibida mavjud bo'lgan foydali komponentlar — masalan, soyil yog' (oily sludgedan olingan neft-uglevodorodlar) [RSC Publishing+1](#), fosfor va nitrojen ari-tirilgan moddalari [SpringerLink+1](#), ma'lum metall ionlari va inorganik moddalar (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 va h.k.) [PubMed+1](#) — qayta ishlash va qiymatli xomashyo sifatida olish uchun katta ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, shlamni oddiy chiqindi sifatida ko'rmasdan, undagi foydali komponentlarni ajratish va tik-qayta ishlash imkoniyatlarini joriylashtirish — qo'lga kiritilayotgan materiallar, energiya va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga yo'l ochadi.

Biroq amalda bunday ajratish jarayonlari bir qancha texnik-mexanik va kimyoviy muammolar bilan qarshilanishadi: shlam tarkibi murakkab (organik/inorganik, suyuq/qattiq fazali aralashmalar) va ma'lum komponentlar past konsentratsiyada bo'ladi, shuningdek ajratish jarayoni energiya sarfi va chiqindilarning xavfsiz boshqaruvini talab qiladi. Shu bois bugungi kunda «zamonaviy usullar» deganda — faqat klassik usullar emas, balki fizi-kimyoviy, termik, bio-texnologik va kombinatsiyalangan yondashuvlar tushuniladi.

Ushbu maqolaning maqsadi – shlam tarkibidagi foydali komponentlarni ajratish bo'yicha so'nggi zamonaviy usullarni tahlil qilish, ularning afzalliklari va cheklovlari hamda kelajakdagi istiqbollari ko'rib chiqishdir.

Usullar (Methods)

Ushbu maqolada – tizimli adabiyot tahlili (literature review) yondashuvi qo'llanildi. Ilmiy maqolalar, sharh-resenziyalangan jurnallar va soha hisobotlari orasidan qidiruv amalga oshirildi. Qidiruv kalit so'zlari sifatida «sludge separation methods», «oily sludge recovery», «sludge conditioning advanced oxidation», «sewage sludge resource recovery phosphorus», «thermal hydrolysis sludge separation» kabilar ishlatildi. Maqsad – shlam tarkibidagi foydali komponent ajratish bo'yicha usullarni guruhlash, har bir usulning prinsipi, amaliy tajribalari hamda ijobiy va salbiy tomonlarini tahlil qilish.

Adabiyot tanlash mezonlari quyidagicha: so'nggi 10 yil ichida chop etilgan maqolalar ustunlik qilindi; ochiq kirishli (open-access) manbalar ustunlikka ega; shlamning turli turlari (hazil yog' shлами, kommunal chiqindi shлами) bo'yicha misollar olinadi. Xususan, masalan: Probing the separation mechanism of solid-liquid components in oily sludge and sludge containing polymers for a harmless treatment process of sludge (2022) [RSC Publishing+1](#), Efficient Separation and Recovery of Petroleum Hydrocarbon from Oily Sludge by a Combination of Adsorption and Demulsification (2022) [MDPI](#), Effects of stepwise thermal

hydrolysis and solid liquid separation on three different sludge organic matter solubilization and biodegradability (2019) PubMed va boshqalar. Ushbu manbalar asosida ajratish usullari – fiziki, kimyoviy, termo-bio usullar — bo'yicha bosqichma-bosqich tahlil berildi.

Natijalar (Results)

Adabiyot tahlili natijalari shuni ko'rsatadiki, shlam tarkibidagi foydali komponentlarni ajratish bo'yicha quyidagi asosiy usul guruhlarini ajralib chiqadi.

1. Fizik/ Mexanik ajratish usullari

Grit/semtik komponentlarni ajratish: A grit separation module for inorganic matter removal from activated sludge: investigation on characteristics of split sludge from the module maqolasida aktiv shlamdan SiO_2 , Al_2O_3 va Fe_2O_3 kabi inorganik qattiq moddalarning 79,5% gacha bir fraksiyada to'planishi aniqlangan. PubMed Bu shlamni inorganik fraksiyaga ajratib keyinchalik keramsit (ceramsite) kabi qimmatli materialga aylantirish imkonini yaratadi.

Dekanter yoki markazchi kuch (centrifuge) yordamida suyuq-qattiq fazani ajratish texnologiyalari keng qo'llaniladi (masalan, Wikipedia maqolasida ko'rsatildi) Википедия+1. Bu usullar shlamdon suyuqlikni olib tashlash va "qattiq fraksiyani" kontsentratsiyalash uchun joriy.

2. Termal va kimyoviy pretreatment + ajratish

Masalan, termal gidroliz va suyuq-qattiq ajratish couplingi: Effects of stepwise thermal hydrolysis ... maqolasida proteinlar va polisaxaridlarning 61–69% va 84–86% atrofida erishi aniqlangan, suyuq fraksiyaga o'tgan. PubMed Bu erishish shlamning ajratilishi va biogaz hosil bo'lishi jarayonini yaxshilaydi.

Yana bir maqolada — A review on sludge conditioning by sludge pretreatment ... — oksidlash, fizik-kimyoviy konditsionerlash metodlari qayta ko'rib chiqilgan. RSC Publishing

Yog'li shamlardan neft-uglevodorodlarni ajratish bo'yicha — Efficient Separation and Recovery of Petroleum Hydrocarbon ... maqolasida adsorbsion + demulsifikatsiya kombinatsiyasi qo'llanilib, samarali ajratish mumkinligi ko'rsatildi. MDPI

Oily sludge bilan bog'liq yana bir tadqiqot — Probing the separation mechanism ... — 70 °C da markazchi konditsioner + termal parchalanish integratsiyasi yaxshi natija bergan. RSC Publishing+1

3. Biologik va bioelektro mexanizmlar bilan ajratish

Masalan, ultrasound bilan shlamni disintegratsiya qilib, keyin anaerob hazm (digestion) va mikroblar elektro-tsel bilan birlashtirish orqali TSS darajasida ~0,08 marta pastlab ketgan natija olingan. RSC Publishing Bu usul organik moddalarni ajratish va energiya tiklash (biogaz) uchun muhim.

Muhokama (Discussion)

Adabiyot tahlilidan ko'rinib turibdiki, zamonaviy usullar bir nechta jihatlari bilan an'anaviy usullardan ustun: ilk navbatda, foydali komponentlarni ajratishiga va tik-qayta ishlashga yo'naltirilgan (masalan, fosfor yoki yog'ni olish), ikkinchidan, jarayon samaradorligini oshirishga intiladi (masalan, erishish, suyuqlikni kamaytirish, qattiq fraksiyani chiqarib olish). Shu bilan birga, har usulning o'ziga xos cheklavlari ham mavjud.

Fizik/mexanik ajratish usullari oddiy va keng qo'llanilsa ham, faqat shu bilan murakkab kimyoviy yoki organik birikmalarni izolyatsiya qilish imkonini cheklangan. Masalan, shlam tarkibi murakkab bo'lsa, yuqori samarali ajratish uchun qo'shimcha pretreatment talab qilinadi.

Termal va kimyoviy pretreatment + ajratish usullari samarali, lekin energiya sarfi yuqori va integratsiya qilingan jarayonlar boshqaruvni talab qiladi. Masalan, 70 °C da konditsioner + termal parchalanish kombinatsiyasi yog'li shlamlarda yaxshi natija bergan, lekin energiya va xarajat nuqtai nazaridan baholash zarur. RSC Publishing+1

Biologik va bio-elektro usullar organik moddalarni ajratish va tiklash (biogaz, energiya) imkonini beradi, lekin ularning real sanoat shaklida keng tatbiqi hali cheklangan, monitoring va optimallashtirish talab qiladi.

Shlamning turi (kommunal chiqindi, neft shlamlari, yog'li shlamlar), komponentlarning konsentratsiyasi, atrof-muhit talablari, iqtisodiy jihatlar — bular barcha ajratish usulini tanlashda muhim rol o'ynaydi. Masalan, inorganik moddalarni ajratish uchun grit modulatsiya ishlatilgan va undan keyingi foydalanish yo'llari belgilangan. PubMed

Kelajak nuqtai nazaridan, kombinatsiyalangan yondashuvlar — fizik + termal + bio — yanada ko'p ko'rib chiqilmoqda (masalan, karbon sekvestratsiyaga yo'naltirilgan innovatsiyalar) SpringerLink

Shuningdek, O'zbekistonda va Markaziy Osiyoda shlamni qayta ishlash va undagi foydali komponentlarni ajratish bo'yicha amaliy tajribalar keng emasligi taxmin qilinadi. Shu bois, xalqaro tajribalarni mahalliy sharoitga moslashtirish — misol uchun, kommunal chiqindi shlamida fosforni tiklash, neft sanoati shlamlaridan neft-uglevodorodlarni olish — muhim tadqiqot yo'nalishi bo'lishi mumkin.

Xulosa va tavsiyalar (Conclusion and Recommendations)

Qisqa qilib aytganda, shlam tarkibidagi foydali komponentlarni ajratish uchun bir qancha zamonaviy usullar mavjud va ular an'anaviy usullarga qaraganda ko'proq qiymat yaratish imkonini beradi. Shu bilan birga, har bir usulning iqtisodiy, energetik va ekologik jihatlari ham chuqur o'rganilishi lozim. O'zbekistonda ushbu yo'nalishda tadqiqotlarni kuchaytirish, shlamning aniq tarkibini aniqlash va mos usullarni tanlash tavsiya etiladi.

Tavsiya qilinadigan chora-tadbirlar:

Mahalliy shlam namunalarini tahlil qilish — tarkib, foydali komponentlar, xavfli moddalar.

Ajratish usullaridan birini tanlab pilot loyiha o'rnatish — masalan, termal pretreatment + suyuq-qattiq ajratish.

Qayta ishlash yo'llarini ishlab chiqish — masalan, ajratilgan yog'ni sanoatda ishlatish, fosforni o'g'it sifatida foydalanish.

Ekologik va iqtisodiy tahlil — energiya sarfi, chiqindi emissiyasi, xavfsizlik mezonlari.

Xalqaro tajriba bilan solishtirish va mahalliy sharoitga moslashtirish — texnologiyalarni adaptatsiya qilish.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Xu Zhou, Guangming Jiang, Qilin Wang, Zhiguo Yuan. *A review on sludge conditioning by sludge pretreatment with a focus on advanced oxidation*. RSC Advances, 2014. [RSC Publishing](#)
2. Yao M., Ma Y., Liu L., Qin C., Huang H., Zhang Z., Liang C., Yao S. *Efficient Separation and Recovery of Petroleum Hydrocarbon from Oily Sludge by a Combination of Adsorption and Demulsification*. International Journal of Molecular Sciences, 2022. [MDPI](#)
3. Effects of stepwise thermal hydrolysis and solid-liquid separation on three different sludge organic matter solubilization and biodegradability. *Waste Management*, 2019. [PubMed](#)

4. A grit separation module for inorganic matter removal from activated sludge: investigation on characteristics of split sludge from the module. *PubMed*, 2016. [PubMed](#)
5. Emerging sewage sludge treatment technologies for land carbon sequestration: a comprehensive review. *Journal of Material Cycles and-Waste Management*, 2025. [SpringerLink](#)
6. Probing the separation mechanism of solid-liquid components in oily sludge and sludge containing polymers for a harmless treatment process of sludge. *RSC Advances*, 2022. [RSC Publishing+1](#)