

UO‘K: 622.765:669.21

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.42

“NKMK” AJ “AUMINZO-AMANTOY” KONI OLTIN AJRATISH SEXI TEXNOGEN CHIQINDILARINI TADQIQ QILISH



**Xo'jaqulov Nurmurod
Botirovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O'zbekiston
ORCID ID: 0009-0006-4489-1812



**Ro'ziyev Ulug'bek
Mamarasulovich**

Qarshi davlat texnika universiteti,
Qarshi, O'zbekiston
ORCID ID: 0009-0001-9533-3603



Ibotov Bobur Odil o'g'li

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy,
O'zbekiston

Annotatsiya. Mazkur ilmiy ish “NKMK” AJ “Auminzo-Amantoy” koni oltin ajratish sexi texnogen chiqindilarini o'rganish hamda ulardan oltinni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirishga bag'ishlangan. Tadqiqotlar jarayonida namunalar kimyoviy va mineralogik jihatdan tahlil qilindi, ularning tarkibida kvarts, dala shpati, glina-slyuda va sulfat birikmalari mavjudligi aniqlandi. Sorbsiya-sianlash va flotatsiya-ku'ydirish-sorbsiya usullari asosida o'tkazilgan tajribalar natijasida oltin ajralish darajasi optimal texnologik sharoitlarda 79 % gacha yetgani qayd etildi. Ushbu natijalar chiqindilarni qayta ishlash orqali qimmatbaho metallarning iqtisodiy jihatdan foydali hajmda qayta olinishi, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va ekologik yuklamani kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Auminzo-Amantoy koni, texnogen chiqindi, sorbsiya-sianlash, flotatsiya, oltin ajratish, ku'ydirish.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕХА РУДНИКА «АУМИНЗО- АМАНТОЙ» АО «НГМК»

**Ходжакулов Нурмурад
Ботирович**

Навоийский государственный
горно-технологический
университет, Навои, Узбекистан

**Рузиев Улугбек
Мамарасулович**

Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан

**Иботов Бобур Одил
угли**

Навоийский государственный
горно-технологический
университет, Навои, Узбекистан

Аннотация. Данная научная работа посвящена исследованию техногенных отходов золотоизвлекательного цеха рудника «Ауминзо-Амантой» АО «НГМК» и совершенствованию технологии извлечения золота из них. В процессе исследований проведены химический и минералогический анализы проб, установлено присутствие кварца, полевого шпата, глинисто-слюдистых минералов и сульфатных соединений. По результатам экспериментов с применением методов сорбционно-цианирования и флотационно-обжиговой сорбции степень извлечения золота достигла 79 % при оптимальных технологических условиях. Полученные результаты подтверждают возможность экономически эффективного извлечения благородных металлов из техногенных отходов с одновременным повышением производственной эффективности и снижением экологической нагрузки.

Ключевые слова: рудник Ауминзо-Амантой, техногенные отходы, сорбционно-цианирование, флотация, извлечение золота, обжиг.

INVESTIGATION OF TECHNOGENIC WASTES FROM THE GOLD EXTRACTION PLANT OF THE “AUMINZO-AMANTOY” MINE, NMMC JSC

**Khojakulov Nurmurad
Botirovich**

Navoi State Mining and Technology
University, Navoi, Uzbekistan

**Ruziyev Ulugbek
Mamarasulovich**

Karshi State Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Ibotov Bobur Odil ugli

Navoi State Mining and Technology
University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. This study focuses on investigating the technogenic wastes of the gold extraction plant at the “Auminzo-Amantoy” mine of NMMC JSC and improving the technology for gold recovery from these materials. Chemical and mineralogical analyses revealed that the samples mainly consist of quartz, feldspar, clay–mica minerals, and sulfate compounds. Experimental studies using sorption-cyanidation and flotation-roasting-sorption methods showed that the gold recovery rate reached up to 79% under optimal technological conditions. The obtained results confirm that the combined processing of technogenic wastes can ensure the economically efficient recovery of valuable metals while reducing environmental impacts and increasing production efficiency.

Keywords: Auminzo-Amantoy mine, technogenic waste, sorption-cyanidation, flotation, gold recovery, roasting.

Kirish. “Navoiy kon-metallurgiya kombinati” aksiyadorlik jamiyati (NKMK AJ) O‘zbekiston Respublikasida oltin qazib olish va uni qayta ishlash bo‘yicha yetakchi sanoat majmuasi hisoblanadi. Kombinat faoliyati geologik qidiruv, ruda qazib olish, boyitish va metall ajratib olish jarayonlarini o‘z ichiga olgan to‘liq ishlab chiqarish zanjiriga ega bo‘lib, u nafaqat mamlakat, balki butun Markaziy Osiyo mintaqasida strategik ahamiyatga ega sanoat korxonasidir.

NKMK tarkibidagi “Auminzo-Amantoy” koni kombinatsiyaning muhim oltin ishlab chiqaruvchi ob‘ektlaridan biri hisoblanadi. Bu kon hududida yiliga millionlab tonna oltinli ruda qazib olinib, gidrometallurgik usullar yordamida qayta ishlanadi. Rudalar tarkibida oltindan tashqari boshqa rangli va nodir metallar ham mavjud bo‘lib, ularni ajratib olish uchun kompleks texnologik jarayonlar qo‘llaniladi.

Oltin ajratish sexlari faoliyati davomida katta hajmdagi texnogen chiqindilar hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilar tarkibida qimmatbaho metallarning ma‘lum qismi saqlanib qoladi. Ularni qayta ishlash nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki ekologik xavflarni ham sezilarli darajada kamaytiradi. Shu sababli texnogen chiqindilarni tahlil qilish, ularning mineralogik va kimyoviy tarkibini aniqlash hamda ulardan qo‘shimcha metall ajratib olish imkoniyatlarini o‘rganish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot “Auminzo-Amantoy” koni oltin ajratish sexi chiqindilari tarkibini o‘rganish hamda chiqindi xo‘jaligidan oltin ajratib olish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan. Bunday izlanishlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va ekologik barqarorlikni ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqot “Auminzo-Amantoy” konining oltin ajratish sexida hosil bo‘ladigan texnogen chiqindilarni qayta ishlash imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, ishlar asosan sorbsiya-sianlash va flotatsiya-kuydirish-sorbsiya texnologik yo‘nalishlari asosida olib borildi. Tadqiqotda texnogen chiqindilardan oltinni ajratib olishning eng maqbul usullarini aniqlash, ularning kimyoviy-mineralogik xususiyatlarini o‘rganish hamda optimal texnologik parametrlarni belgilash maqsad qilingan.

Tadqiqot uchun olingan namunalar “Auminzo-Amantoy” koni oltin ajratish sexining chiqindi xo‘jaligidan tanlab olindi. Namunalarning tarkibi oltin ajratish jarayonidan keyingi qoldiqlardan iborat bo‘lib, ular laboratoriya sharoitida quritish, maydalash va elash orqali tahlilga tayyor holatga keltirildi. Shundan so‘ng ular kimyoviy, mineralogik, granulometrik va ratsional tarkibini aniqlash uchun tayyorlandi.

Dastlab namunalar kimyoviy va mineralogik tahlillarga tortildi 1-2-jadval. Namunalarning ele-

ment tarkibi atom-absorbtsion spektrometriya va rentgenofazali tahlil usullari yordamida o'rganildi. Ushbu tahlillar orqali oltin, kumush, mis, temir, oltingugurt, kremniy oksidi va alyuminiy oksidi kabi asosiy elementlar miqdori aniqlanib, ularning mineral shakllari hamda zarrachalar o'lchamiga qarab taqsimlanish xususiyatlari belgilandi. Granulometrik tahlil yordamida oltinning zarra o'lchamlariga bog'liq holda taqsimlanishi o'rganildi.

1-jadval

Namunaning kimyoviy tahlili

| Tarkibi | | | | | | | |
|---------|-----------------|----------------|------|------------------|-----------------|-------|-------|
| Au, g/t | S _{um} | S _s | C | Fe _{um} | CO ₂ | As | Sb |
| 1.98 | 2.2 | 0.31 | 0.32 | 4.1 | 0.76 | 0.061 | 0.009 |

2-jadval

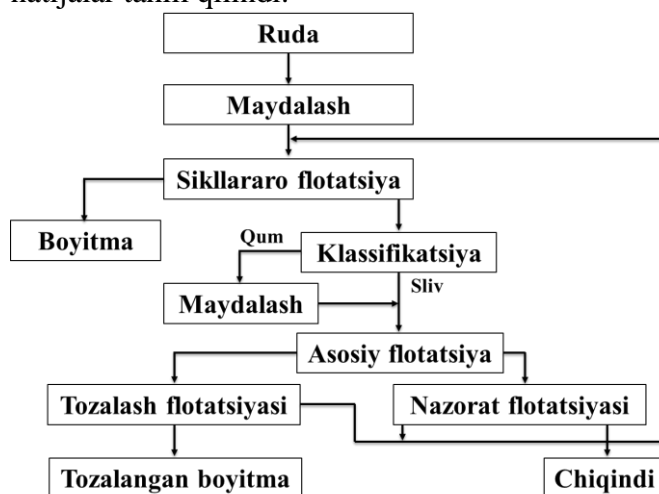
Namunaning mineralogik tarkibi

| Tarkibi % | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|------------------|-----|-----|-------------------|------------------|-------------------------------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | TiO ₂ | FeO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ |
| 57.6 | 13.8 | 0.61 | 4.2 | 1.4 | 0.9 | 2.7 | 0.02 |

Ushbu namunaning mineralogik tarkibi tahlil qilinganda, uning asosan kvarts, dala shpati, glina-slyuda guruhiga mansub minerallar hamda turli sulfat birikmalaridan tashkil topgani aniqlandi. Rentgenofazali tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, namunada kremniy oksidining SiO₂ ulushi yuqori bo'lib, u asosan kvarts mineralining asosiy fazasini tashkil etadi. Dala shpati komponentlari alyuminiy va kaliy oksidlari bilan bog'langan bo'lib, ularning mavjudligi rudadagi silikat strukturalarning ustunligini ko'rsatadi. Glina-slyuda guruhiga kiruvchi minerallar kaolinit, montmorillonit, muskovit tarkibida alyumosilikat fazalar mavjud bo'lib, ular rudaning dispers tuzilmasini belgilaydi. Shuningdek, namunada aniqlangan sulfatlar asosan gipss va jarosit shaklida oltinning ion holatda bog'lanishiga va sianlash jarayonida uning ajralish darajasiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu tariqa, tahlil natijalari namunada kremniyli va alyumosilikatli minerallarning ustunligi bilan bir qatorda, ikkilamchi sulfat fazalarining mavjudligini ham tasdiqlaydi, bu esa chiqindining qayta ishlanish jarayonida fizik-kimyoviy faollikni belgilovchi muhim omil hisoblanadi.

Shundan so'ng flotatsiya-kuydirish usuli asosida kompleks tadqiqotlar o'tkazildi. Dastlab flotatsiya jarayoni amalga oshirilib, oltin va unga hamroh minerallarni boyitilgan flotokontsentr

shaklida ajratish maqsad qilingan. Flotatsiya jarayonida kollektorlar, pufak hosil qiluvchilar va pH stabilizatorlarining ta'siri baholandi. Olingan flotokontsentr 400–700 °C oralig'idagi haroratda kuydirildi, natijada sulfidli minerallar oksidlanib, oltinning ochilishi ta'minlandi. Kuydirishdan so'ng hosil bo'lgan mahsulot kislota yordamida qayta ishlanib, oltinning eruvchan shakllarga o'tishi ta'minlandi. Kuydirishdan olingan keks mahsuloti keyinchalik sorbsiya-sianlash usuli bilan ishlanib, oltin ajralish darajasi yana bir bor aniqlanib, natijalar tahlil qilindi.



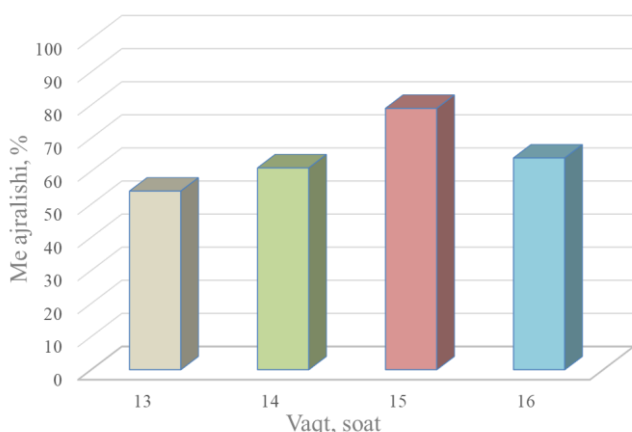
1-rasm. Auminzo-Amantoy koni oltinni flotatsiya usulida boyitish sxemasi.

Keyingi bosqichda sorbsiya-sianlash usuli qo'llanilib, oltinning eritmaga o'tish darajasi baholandi. Bu jarayonda natriy sianid (NaCN) eritmasi ishlatildi, ishchi muhitning pH darajasi 10,5–11,0 oralig'ida saqlandi. Oltinning sorbsiyasi faol uglerod (AK-6 markali) yordamida amalga oshirildi. NaCN konsentratsiyasi, harorat va ishlov berish vaqtining oltin ajralish darajasiga ta'siri o'rganildi. Ushbu tajribalar natijasida texnogen chiqindilardan to'g'ridan-to'g'ri sorbsiya-sianlash usuli orqali oltinni ajratishning samaradorligi aniqlab olindi.

Tadqiqot davomida ishlov berish vaqti, NaCN konsentratsiyasi, muhitning pH darajasi, harorat, sorbent sarfi kabi texnologik parametrlarning oltin ajralish jarayoniga ta'siri o'rganildi. Har bir usul uchun optimal ish rejimlari ishlab chiqilib, ularning iqtisodiy hamda texnologik samaradorligi solishtirildi. Olingan natijalar asosida texnogen chiqindilarni qayta ishlash uchun eng maqbul

texnologik yoʻnalish aniqlanib, uni sanoat sharoitida qoʻllash imkoniyatlari baholandi.

Natija va muhokama. Oʻtkazilgan tadqiqotlar natijasida “Auminzo-Amantoy” koni oltin ajratish sexi texnogen chiqindilarida oltin miqdori past konsentratsiyada boʻlishiga qaramay, ularni qayta ishlash orqali iqtisodiy jihatdan foydali mahsulot olish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Namunaning kimyoviy va mineralogik tarkibini oʻrganish jarayonida asosiy komponentlar kvarts, dala shpati, glina-slyuda minerallari hamda sulfat birikmalari ekanligi belgilandi. Bu esa chiqindining fizik-kimyoviy faolligini oshiruvchi va oltinning sianlash jarayonida eritmaga oʻtishiga bevosita taʼsir etuvchi omillar sifatida baholandi.



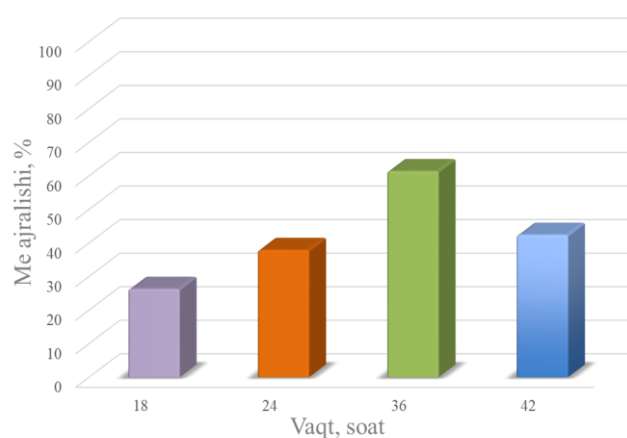
2-rasm. Oltinni sianlash jarayonida ajralish darajasining vaqt boʻyicha oʻzgarishi.

Flotatsiya-kuydirish-sorbsiya-sianlash jarayonlari ketma-ket amalga oshirilganda oltinning ajralish darajasi sezilarli darajada oshgani kuzatildi. Flotatsiya bosqichida oltin va unga hamroh minerallarni ajratish natijasida boyitilgan flotokonsentrat olindi. Bu mahsulot 400–700 °C oraligʻida kuydirilgach, sulfidli fazalarning oksidlanishi hisobiga oltinning ochilishi taʼminlandi. Kuydirishdan soʻng kislota yordamida qayta ishlangan namunalarda oltinning eruvchan shaklga oʻtish darajasi yuqori boʻlib, bu keyingi sorbsiya-sianlash bosqichida metallning samarali ajralishiga zamin yaratdi.

Sorbsiya-sianlash jarayonida oʻtkazilgan tajribalar shuni koʻrsatdiki, natriy sianid eritmasining konsentratsiyasi oshirilishi bilan oltinning eritmaga oʻtish darajasi ortadi. Optimal texnologik sharoitlarda (NaCN konsentratsiyasi 11800 mg/l,

pH 9,6–10,7, vaqt 15 soat) metall ajralish darajasi 79 % gacha yetdi. Bu koʻrsatkich, chiqindilarni toʻgʻridan-toʻgʻri qayta ishlashda yuqori darajada metall qayta tiklanishini taʼminlash imkonini beradi.

Flotatsiya jarayonidan olingan chiqindilarni sorbsiya-sianlash yoʻli bilan qayta ishlash natijalari ham ijobiy boʻlib, oltinning ajralish darajasi 18–42 soat oraligʻida oʻsish tendensiyasini koʻrsatdi. 36 soatda eng yuqori — 68–70 % gacha boʻlgan metall ajralish darajasi qayd etildi, bu esa jarayon davomiyligi ortgan sari metallning ion holatiga oʻtish intensivligi oshishini bildiradi.



3-rasm. Flotatsiya jarayonidan olingan chiqindining sorbsiya-sianlash jarayonida metall ajralish darajasining vaqt boʻyicha oʻzgarishi.

Umuman olganda, olingan natijalar “Auminzo-Amantoy” koni chiqindilarini qayta ishlashda sorbsiya-sianlash va flotatsiya-kuydirish-sorbsiya kompleks yondashuvining samaradorligini tasdiqladi. Bu texnologik yechim chiqindilarni qayta ishlash orqali qimmatbaho metallarning qayta olinishi bilan bir qatorda ekologik yuklamani kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu sababli mazkur texnologiya amaliyotda qoʻllash uchun istiqbolli hisoblanadi.

Xulosa. Oʻtkazilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida “Auminzo-Amantoy” koni oltin ajratish sexi texnogen chiqindilarida oltinning past konsentratsiyada boʻlishiga qaramay, ularni qayta ishlash orqali iqtisodiy jihatdan foydali natijalarga erishish mumkinligi isbotlandi. Namunaning kimyoviy va mineralogik tahlili natijasida chiqindilar tarkibida asosan kvarts, dala shpati, glina-slyuda tipidagi

alyumosilikat minerallari va sulfat birikmalari mavjudligi aniqlandi, bu esa oltinning sianlash jarayonida eritmaga o'tish jarayoniga bevosita ta'sir etuvchi omil sifatida qayd etildi.

Sorbsiya-sianlash usuli bo'yicha o'tkazilgan tajribalar oltin ajralish darajasi NaCN konsentratsiyasi, pH muhitining barqarorligi va ishlov berish vaqtiga sezilarli darajada bog'liqligini ko'rsatdi. Optimal texnologik sharoitlarda (NaCN 11800 mg/l, pH 9,6–10,7, vaqt 15 soat) metall ajralish darajasi 79 % gacha yetdi. Flotatsiya-ku'ydirish-sorbsiya-sianlash ketma-ket jarayoni qo'llanganda, metallning qayta tiklanish darajasi yanada ortib, 68–70 % gacha samarali ajralish ta'minlandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, "Auminzo-Amantoy" koni chiqindilarini qayta

ishlashda sorbsiya-sianlash hamda flotatsiya-ku'ydirish yo'nalishlarining kombinatsiyasi texnogen chiqindilardan qimmatbaho metallarning qayta ajralishini ta'minlash uchun eng maqbul texnologik yechimlardan biridir. Ushbu yondashuv ekologik xavfsizlikni ta'minlash, chiqindisiz ishlab chiqarish konsepsiyasini joriy etish hamda metallurgiya sanoatining iqtisodiy samaradorligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Natijada, mazkur texnologiyani ishlab chiqarish sharoitida qo'llash "NKMK" AJ uchun qo'shimcha iqtisodiy foyda bilan bir qatorda atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish imkonini beradi. Shu bois, olingan ilmiy natijalar texnogen chiqindilardan oltinni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha keyingi amaliy izlanishlar uchun ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Xujakulov, N. B., Samadov, A. U., Nasirova, N. R., & Xolmurodov, F. F. (2024). Oltin ajratib olish zavodlarining chiqindilarini qayta ishlash. *Journal of Advances in Engineering Technology*, 4(16), 42–46.
- [2] Karppinen, A., Seisko, S., Nevatalo, L., Wilson, B. P., & Yliniemi, K. (2024). Gold recovery from cyanidation residue by chloride leaching and carbon adsorption: Preliminary results from CICL process. *Hydrometallurgy*. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2024.xxxxxx>
- [3] Fu, P., Li, Z., Feng, J., & Bian, Z. (2018). Recovery of gold and iron from cyanide tailings with a combined direct reduction roasting and leaching process. *Metals*, 8(7), 561. <https://doi.org/10.3390/met8070561>
- [4] Uzoqov, S. (2024). Texnogen chiqindilar tarkibidan oltin ajratib olish imkoniyatlari. *ARIMS Journal*.
- [5] Huang, Z., & Yang, T. (2022). Gold recovery from cyanidation tailings using flotation process. *Archives of Metallurgy and Materials*, 67(1), 37–43. <https://doi.org/10.24425/amm.2022.137494>
- [6] Zhang, L., Wang, J., & Chen, Q. (2023). Sustainable processing of gold cyanide tailings: Reduction roasting and environmental implications. *Hydrometallurgy*. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2023.xxxxxx>
- [7] Li, H., Yin, S., Zhang, Y., & Gao, J. (2018). Investigation on the recovery of gold and silver from cyanide tailings using chlorination roasting process. *Journal of Alloys and Compounds*, 763, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.05.262>
- [8] Sirojov, T. T. (2024). Oltin va mis tarkibli rudalarni kompleks qayta ishlashda sianli tanlab eritish samaradorligi. *SRT Journal*.
- [9] Mirzayev, B. A., & Xujakulov, N. B. (2023). Vaush koni dolomit rudasining kimyoviy tarkibini va termik parchalanishini tadqiq etish. *Journal of Advances in Engineering Technology (JAET)*.
- [10] Rahimov, F. A., & Ismoilov, A. S. (2023). Flotatsiya jarayonida chiqindilarni qayta ishlashning ilmiy asoslari. *Mining Science and Technology*, 5(2), 115–121.
- [11] Khojakulov, A., Ruziyev, U., Boymurodov, N., Shernazarov, I., Mashaev, E., & Shoyimova, K. (2024). Research and determination of parameters for extracting valuable components from technological waste. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 149, Article 01049). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414901049>