

ELEKTRON LOMNI QAYTA ISHLASHNING BUGUNGI HOLATI

Xo'jamov Umidjon Umarkulovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Metallurgiya kafedrası doktoranti

uma3110c@mail.ru

ANNOTATSIYA

Elektron chiqindilar ham rivojlangan, ham rivojlanayotgan mamlakatlar uchun yangi muammodir. To'g'ri yig'ish va yo'q qilish tizimlari, xabardorlik va tegishli qoidalar mavjud bo'lmaganligi muammoning rivojlanayotgan mamlakatlarda ancha keskinlashishiga olib kelmoqda. Bir tomondan, bu chiqindilar atrof-muhit uchun xavfli bo'lsa, ikkinchi tomondan, ular qimmatlidir. Ular qimmatbaho metallarni, shu jumladan nodir metallarni sezilarli darajada o'z ichiga oladi. Elektron chiqindilarning eng katta manbalari shaxsiy kompyuterlar, undan keyin televizorlar va mobil telefonlar hisoblanadi. Ulardan foydalanish shaklining o'zgarishi elektron chiqindilar hajmining bir necha bor o'sishidan dalolat beradi va ularni qayta ishlash va qayta foydalanishga zudlik bilan e'tibor berishni talab qiladi. Ularni tiklash, qayta ishlash va ulardan qayta foydalanish bugungi kun talabi hisoblanadi. Ularni qayta ishlash bo'yicha tadqiqotlar va ishlanmalar bir nechta texnologik variantlarga olib keldi. Biroq, variantlarni sinchkovlik bilan o'rganish shuni ko'rsatadiki, elektron chiqindilarni qayta ishlashning umume'tirof etilgan modeli mavjud emas va u hali ham rivojlanmoqda. Mintaqaning manfaatlariga eng yaxshi xizmat qiladigan elektron chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha batafsil texnologiyalarni ishlab chiqish zarur.

Kalit so'zlar: *elektron chiqindilar, plastmassalar, gidrometallurgiya, pirometallurgiya, bakterila tanlab eritish, cho'ktirish, sementatsiya va ekstraksiya.*

АННОТАЦИЯ

Электронные отходы — это новая проблема как для развитых, так и для развивающихся стран. В отсутствие надлежащих систем сбора и утилизации, осведомленности и надлежащих правил проблема стоит гораздо острее в развивающихся странах. Эти отходы, с одной стороны, опасны для окружающей среды, а с другой — ценны. Они содержат значительное количество ценных металлов, включая драгоценные металлы. Персональные компьютеры являются крупнейшими источниками электронных отходов, за ними следуют телевизоры и мобильные телефоны. Рост структуры их потребления свидетельствует о многократном увеличении объема

электронных отходов и требует немедленного внимания к обращению с электронными отходами в целом и их переработке и повторному использованию в частности. Их восстановление, переработка и повторное использование стали обязательными. Исследования и разработки по их переработке привели к нескольким технологическим вариантам. Однако тщательное изучение вариантов показывает, что универсально приемлемой модели управления электронными отходами не существует, и они все еще развиваются. Необходимо разработать подробные технологии для переработки электронных отходов, которые могут лучше всего служить интересам региона.

Ключевые слова: Электронные отходы, пластмассы, гидрометаллургия, пирометаллургия, биовыщелачивание, осаждение, цементация и экстракция растворителем.

ABSTRACT

E-waste is a new problem for both developed and developing countries. In the absence of proper collection and disposal systems, awareness and proper regulations, the problem is much more acute in developing countries. On the one hand, these wastes are dangerous for the environment, and on the other hand, they are valuable. They contain a significant amount of valuable metals, including precious metals. Personal computers are the largest sources of e-waste, followed by televisions and mobile phones. The growth in their consumption pattern indicates a multiple increase in the volume of e-waste and requires immediate attention to the management of e-waste in general and its recycling and reuse in particular. Their recovery, recycling and reuse have become mandatory. Research and development on their processing has led to several technological options. However, a careful examination of the options shows that there is no universally acceptable e-waste management model and it is still evolving. There is a need to develop detailed technologies for e-waste recycling that can best serve the interests of the region.

Key words: *Electronic waste, plastics, hydrometallurgy, pyrometallurgy, bioleaching, precipitation, cementation and solvent extraction.*

KIRISH

Yaroqlilik muddati tugaydigan elektron chiqindilarni xavfsiz va barqaror utilizatsiya qilish ularning xavfli va o'ta zaharli tarkibiy qismlaridan kelib chiqadigan inson hayoti va atrof-muhitga xavfli ta'siri tufayli ham hukumat, ham jamoatchilikni tashvishga soladigan asosiy soha hisoblanadi. Organik materiallar, metallar va boshqalarning bunday har xil bo'lmagan aralashmasini utilizatsiya qilish va ularning salbiy ta'sirining tarqalishi natijasida yuzaga keladigan bilvosita zarar oqibatlariga

aholining duchor bo'lishining oldini olish uchun hamda vaqt o'tishi bilan ortib borayotgan xavf hodisalarini yumshatish ilmiy yondashuv va maxsus ishlov berishni talab qiladi. [1]. So'nggi o'n yil ichida jamiyatning barcha sohalarida paydo bo'lgan iste'mol shakllari tufayli elektron chiqindilarning jadal to'planishi tufayli yuzaga kelgan tahdidlar, kompyuterlar, uyali telefonlar va boshqa shaxsiy elektron jihozlardan kundalik foydalanishda qulaylikdan tortib qulaylikgacha bo'lgan qo'shma imtiyozlar ta'sirida, fenomenal ekanligini isbotlandi [2]. Hozirgi vaqtda butun jamiyat uchun xavfsiz va ilmiy metodologiyalarni ishlab chiqish juda muhim, bu ham atrof-muhitga potentsial zararni cheklash, ham o'rnatilgan qimmatbaho va nodir metallarni iqtisodiy jihatdan qayta tiklash, aks holda atrof-muhit va yer osti suvlarining sezilarli darajadagi ifloslanishiga olib keladi. Oltin, kumush, mis, palladiy kabi metallarning, shu jumladan nodir metallar va boshqalarning qo'shilgan qiymat potentsialini hisobga olgan holda, yangi mahsulot sikllarida eskirgan elektronikani qayta ishlash va qayta ishlatish endi butun dunyoda asosiy muammo sifatida e'tirof etilmoqda, hamda qayta ishlash kontsepsiyasi rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda juda foydali biznes imkoniyatiga aylanishiga katta hissa qo'shmoqda [3]. Bundan tashqari, hozirgi foydalanish usullari natijasida hosil bo'ladigan bunday chiqindilarning katta miqdori chiqindilarni saqlash va yo'q qilish nuqtai nazaridan katta qiyinchilik tug'diradi, bu tabiiy natija sifatida butun dunyo bo'ylab qayta ishlash uchun katta rag'batdir [4].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Ushbu maqolada joriy elektron chiqindilarni qayta ishlash senariysi, atrof-muhit va sog'liq uchun xavflar, joriy utilizatsiya, yig'ish va qayta ishlash haqida umumiy ma'lumot berilgan. Shuningdek elektron chiqindilarni qayta ishlash uchun rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda mavjud bo'lgan texnologiyalarning to'liq ko'rinishini taqdim etilgan [5]. Tadqiqotchi tomonidan qabul qilingan qamrovni o'rganish metodologiyasi jarayonning makro va mikro istiqbollari va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi nuqtai nazaridan muvozanatli ko'rinishni ta'minlash uchun mo'ljallangan mustahkamlik omilini o'z ichiga oladi va ishonchli o'sish ma'lumotlari va prognozlariga asoslanadi.

Elektron chiqindilar, Yevropa komissiyasi direktivasiga ko'ra, har qanday buzilgan yoki keraksiz elektron qurilmadan iborat chiqindilar deb ta'riflanadi. Chiqindi sifatida elektron chiqindilar to'g'ridan-to'g'ri qayta foydalanishga (masalan, ko'plab to'liq ishlaydigan kompyuterlar va komponentlar yangilanishlar paytida tashlanadi), unga kiritilgan xom ashyoni qayta ishlashga va qayta ishlashga yaroqliligi sababli muhim ikkilamchi resurs toifasiga kiradi. [6].

Har yili dunyo bo'ylab 20 dan 50 million tonnagacha elektr va elektron uskunalari chiqindilari, Osiyo mamlakatlarida esa taxminan 12 million tonna chiqindilar tashlanadi. Xitoy, Hindiston va boshqalarning rivojlanayotgan iqtisodlarining ulushi, xususan, kompyuter iste'moli bo'yicha o'sishi Xitoyda 178 milliondan va Hindistonda 80 milliondan oshishi va bu umumiy hisoblanganda 716 milliondan ortiq yangi kompyuter foydalanuvchilari paydo bo'lishi bilan izohlanadi [7]. AQSh va boshqalar kabi rivojlangan mamlakatlarda hosil bo'lgan elektron chiqindilar ko'pincha ish kuchi nisbatan arzon bo'lgan rivojlanayotgan mamlakatlarga qayta ishlash uchun eksport qilinadi, bu yerda ularning poligonda qolib ketish ehtimoli bor va buning natijasida ifloslanish xavfi juda tez sur'atlar bilan o'sadi., ayniqsa Xitoy, Hindiston va Pokiston kabi mamlakatlarda sog'liq va atrof-muhit uchun jiddiy xavf tug'diradi. Vaqt o'tishi bilan elektron chiqindilarning jadal shakllanishi axborot texnologiyalarining kundalik faoliyatning turli sohalariga bosqichma-bosqich kirib borishi, qattiq maishiy chiqindilar oqimini to'ldirishning tabiiy natijasidir [8]. Rivojlangan mamlakatlarda elektron chiqindilar o'rtacha 1% ni tashkil qiladi va rivojlanayotgan mamlakatlarda 0,01% dan 1% gacha va yaqin kelajakda sezilarli darajada oshishi kutilmoqda. AQSh, Buyuk Britaniya, Germaniya, Yaponiya va Yangi Zelandiya kabi ba'zi rivojlangan davlatlar allaqachon elektron chiqindilarni qayta ishlashning ilg'or texnologiyalarini ishlab chiqdilar va patentladilar. Belgiyadagi Union Miniere va Shvetsiyadagi Boliden Mineral ancha vaqtdan beri elektron chiqindilarni qayta ishlash zavodlarini boshqarib kelmoqda, Xitoy, Tayvan va Janubiy Koreya esa elektron chiqindilardan metallni qayta ishlash bo'yicha faol choralar ko'rmoqda, ammo ba'zi mamlakatlarda, masalan, Hindistonda hali keng miqyosda aniq yoki ko'rinadigan qadamlar qo'yilgani yo'q.

Quyida elektron chiqindilarni qayta ishlash usullari keltirilgan. **Gidrometallurgiya jarayoni:** Gidrometallurgiya jarayonlarida elektron chiqindilar tarkibidagi qimmatbaho metallar avval kislota yoki gidroksid eritmalarga yuviladi va keyin cho'ktirish, sementlash va erituvchi ekstraksiyasi kabi turli usullar yordamida konsentratsiyalanadi. Qimmatbaho metallarni elektron chiqindilardan ajratib olishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan usullar ularning birlamchi rudalaridan metallarni ajratib olishda qo'llaniladigan an'anaviy gidrometallurgiya texnologiyasiga o'xshaydi [9]. Biroq, elektron chiqindilarning murakkab tabiati tabiiy rudalarga nisbatan jarayonni qiyinlashtiradi. 1-jadvalda bir nechta tadqiqotchilar tomonidan chiqindilardan qimmatbaho metallarni olish ko'rsatilgan.

1-jadval

Chiqindilardan qimmatbaho metallarni ajratib olish

Tadqiqotchilar	Tanlab erituvchi reagent	Jarayon sharoiti	Metallar
Kine va boshqalar	Sulfat kislota, xlorid, tiomochevina va sianid bilan tanlab eritish	Sementatsiya, cho'ktirish, ionobmen va ko'mirli adsorbsiya orqali metallarni tanlab eritish va ajratib olish	Au, Ag, Pd va Cu
Park va Fray	shox arog'i	Metallarning tanlab erituvchiga nisbati = 1:20 gr/ml.	Au, Ag va Pd
Шэн и Эстелл	HNO ₃ (1-bosqich), epoksidli smola (2-bosqich) va shox arog'i (3-bosqich)	Uch bosqichda ekstraksiya amalga oshirilgan	Au
Chelevskiy va boshqalar	HNO ₃ va shox arog'i	Elektron chiqindilarni uglerod tasirida kuydirish, HNO ₃ va shox arog'ida tanlab eritish; va dietilmalonat yordamida ekstraksiya	Au

Pirometallurgiya jarayoni: Pirometallurgiya jarayonida elektron chiqindilar shlak hosil qiluvchi sifatida bir nechta oqim komponentlari bilan eritiladi. Qimmatbaho metallarni o'z ichiga olgan eritilgan material eritilgan metall bilan aloqa qiladi, unda qimmatbaho metallar eriydi va to'planadi. Eritilgan metall kollektor metall deb ataladi. Ko'p ishlatiladigan kollektor metallarga temir, mis, nikel, qo'rg'oshin, mis va nikellar kiradi. So'ngra qimmatbaho metallarni ajratish va tozalash uchun ularni keyingi qayta ishlash kerak. Qo'rg'oshin, mis va boshqalar kabi ko'plab metallarni pirometallurgik jarayon yordamida olish mumkin [10].

Bakterial tanlab eritish: Bu usul metallarni elektron chiqindilardan bakterial yuvish, ya'ni mikroorganizmlarning chiqindilarda mavjud bo'lgan metallarni erimaydigan shakldan eruvchan shaklga aylantirish qobiliyatidan foydalanadi [11]. Biogidrometallurgiya texnologiyalarida metallarni gidroksidli muhitda (sianogen bakteriyalar ishtirokida), atsidofil mikroorganizmlar va kislotali muhitda biologik yuvish jarayoni hal qiluvchi rol o'ynaydi [12]. Bakteriyalarning asosiy guruhlarida eng ko'p qo'llaniladiganlari: atsidofil va xemolitotrof mikroba bakteriyalar: *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans* va geterotroflar, *Sulfolobus*, bundan tashqari, zamburug'lar, masalan,

Penlliicill sanoat chiqindilaridan metallarni ajratib olishda ishlatiladigan ba'zi eukaryotik mikroorganizmlar sanaladi. 2-jadvalda bakterial yuvish bilan ishlov berilgan sanoat chiqindilariga misollar keltirilgan.

2-jadval.

Bakterial tanlab eritish bilan ishlov berilgan sanoat chiqindilari

Sanoat chiqindilari	Tanlab eritilgan maetall	Foydalaniladigan mikroorganizmlar
Elektron lom	Cu, Ni, Al, Zn	Acidhithiobacillus ferrooxidans + Acidithiobacillus thiooxidans
Litiyli batareyalar	Li, Co	Acidhithiobacillus ferrooxidans

Elektron chiqindilardan qimmatbaho metallarni ajratib olishda gidrometallurgiya jarayoni, pirometallurgiya jarayoni va biologik eritishning barcha usullari muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Biroq, plastmassa va shunga o'xshashlarni pirometallurgiya jarayoni bilan qayta tiklash mumkin emas. Bundan tashqari, dioksinlar kabi xavfli emissiyalar galogenli olovga chidamli moddalarni o'z ichiga olgan materiallardan nafas olish orqali xavfli gazlar hosil bo'lishi mumkin. Ba'zi elementlar, masalan, sianid, xavfli erituvchilardir va shuning uchun juda yuqori xavfsizlik standartlari bilan ishlatilishi kerak. Kimyoviy jarayonlar bilan solishtirganda, bakterial tanlab eritish ekologik jihatdan qulayroqdir, chunki u atrof-muhitga zararli gazlar yoki zararli moddalar chiqarmaydi. Ammo bakterial tanlab eritish usullari hozirda kimyoviy usullar kabi samarali emas.

Yaroqlilik muddati tugagan elektron mahsulotlar nafaqat sog'liq uchun xavfli, balki daromad keltirishi mumkinligi sababli, bu elektron chiqindilarni boshqa maishiy chiqindilar bilan birga utilizatsiya qilmaslik uchun rag'batlantiruvchi omil bo'lishi mumkin. Elektron chiqindilarni uloqtirmaslik kerakligi haqida keng jamoatchilikning xabardorligini oshirish kerak. Shuningdek, har bir shahar va qishloqda elektron chiqindilarni yig'ish punktlari tashkil etilishi kerak. Shundagina ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan samarali natijaga erishish mumkinligini ta'kidlash lozim.

REFERENCES

1. Самадов А.У., Хужамов У.У. Исследование технологии переработки электронного лома // Научный журнал Universum: Технические науки 2021. - № 10(91) - Москва.
2. Самадов А.У., Усманов Ш.А., Хужамов У.У. Электронный лом как дополнительный источник получения цветных металлов // X Международная научно-практическая конференция «Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов» - 2021. - Алмалык.

3. Доронина М.С., Карпов Ю.А., Барановская В.Б., Лолейт С.И. Возвратное металлосодержащее сырье – общая характеристика и классификация для целей сертификации (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов – 2016. – №82(6).
4. Лолейт С.И. Разработка экологически чистых технологий комплексного извлечения благородных и цветных металлов из электронного лома: спец. 05.16.02 «Металлургия черных и цветных металлов»: дис. ... д-ра техн. наук / Лолейт Сергей Ибрагимович; Нац.исслед.технолог.ун-т МИСиС. – Москва, 2010.
5. Сайлаубекова П. Н., Рыскулова А. К. Текущая ситуация в отрасли переработки ОЭЭО. / Твердые бытовые отходы, 2019, № 6.
6. Фаюстов, А. А. Возрастание актуальности утилизации электронных отходов в эпоху глобальной цифровой экономики / А. А. Фаюстов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 50 (288).
7. Теляков А.Н. Разработка эффективной технологии извлечения цветных и благородных металлов из отходов радиотехнической промышленности: спец. 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»: дис. канд. тех. наук / Теляков Алексей Наильевич; С.-Петербур. гос. гор. ин-т им. Г.В. Плеханова. – Санкт-Петербург, 2007. – 177 с.
8. Погосян А.Т. Разработка оптимальной технико–экономической структуры переработки электронного лома: автореф. дис. канд. техн. наук / А.Т. Погосян.. – Москва, 2007. – 24 с.
9. Карпухин А.И. Перспективные технологии аффинажа благородных металлов // А.И. Карпухин, И.И. Стелькина, С.Г. Рыбкина [и др.] // Цветные металлы. – 2007. – № 5.– С. 29–31.
10. Балде С. Р. и другие. Глобальный монитор электронных отходов 2017, Университет Организации Объединенных Наций, Международный союз электросвязи и Ассоциация твердых отходов, Бонн/Женева/Вена.
11. А.У. Самадов, Н.Б. Хужакулов, А.Р. Арипов, У.У. Хужамов Гидрометаллургик заводларнинг чиқинди омборини геотехнологик тадқиқоти методологияси // Ўзбекистон кончилиқ хабарномаси. – Навоий, 2019.
12. А.А. Саидахмедов, А.С. Хасанов, У.У. Хужамов Исследование интенсификации процесса фильтрации растворов выщелачивания при переработке техногенных отходов // Universum: технические науки, 2020.