

SORBSIYALI SIANLASH JARAYONINI BOSHQARISH OBYEKTI SIFATIDA TAHLIL QILISH

Mahmudov G'iyosjon Baqoyevich
Osiyo xalqaro universiteti o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada sorbsiyali sianlash jarayonini boshqarish uchun taklif qilinayotgan strukturaviy sxema va matematik model jarayonning texnologik sxemasi va nazariy tahlillar keltirilgan. Sorbsiyali sianlash jarayonini samarali boshqarish uchun jarayonni boshqarish obyekti sifatida tahlil qilindi, jarayon haqida aniqroq ma'lumotlarni olish, boshqarish ta'sirlarini tahlil qilish, kimyoviy reagentlarning sarfini tejash, jihozlarning ishlash ishonchligini va boyitish intensivligini oshirish, chiqindi tarkibi bilan ko'p oltin chiqib ketishini oldini olishni ta'minlaydi. Sorbsiyali sianlash usuli bilan oltin ishlab chiqarish jarayonini matematik modellarini ilmiy asoslash uchun sorbsiyali sianlash jarayonini avtomatlashtirish obyekti sifatida olinib, uning kirish – chiqish parametrlarining o'zaro funksional bog'lanishlari tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: sorbsiyali sianlash jarayoni, boshqarish obyekti, avtomatik boshqarish tizimi, matematik modellashtirish.

Аннотация: В данной работе представлены предложенная структурная схема и математическая модель управления процессом сорбционного цианирования, технологическая схема и теоретический анализ процесса. Процесс был проанализирован как объект управления технологическим процессом для эффективного управления процессом сорбционного цианирования, получения более точной информации о процессе, анализа эффектов контроля, экономии расхода химических реагентов, повышения надежности оборудования и интенсивность обогащения и удаление большого количества золота из отходов. С целью научного обоснования математических моделей процесса производства золота сорбционного цианирования методом в качестве объекта автоматизации был взят процесса сорбционного цианирования и проанализированы функциональные связи его входных и выходных параметров.

Ключевые слова: процесс сорбционного цианирования, объект управления, система автоматического управления, математическое моделирование.

Annotation: This paper presents the proposed structural diagram and mathematical model for controlling the sorption cyanidation process, the process flow diagram and theoretical analysis of the process. The process was analyzed as an object of process control for effective control of the sorption cyanidation process, obtaining more accurate information about the process, analyzing the effects of control, saving on chemical reagents, increasing the reliability of equipment and the intensity of enrichment and removing a large amount of gold from waste. In order to scientifically substantiate the mathematical models of the gold production process by the sorption cyanidation method, the sorption cyanidation process was taken as an automation object and the functional relationships of its input and output parameters were analyzed.

Key words: sorption cyanidation process, control object, automatic control system, mathematical modeling.

Kirish. Jahonda so'nggi vaqtlarda oltin tarkibli madanlardan oltinni ajratib olish jarayonlaridan biri sorbsiyali sianlash usuli orqali boyitish jarayonlarini modellashtirish va boshqarish texnologiyalarida tayyor mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlari bo'yicha avtomatik boshqarish tizimlarini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shuning uchun sorbsiyali sianlash

Index: [google scholar](#), [research gate](#), [research bib](#), [zenodo](#), [open aire](#).

https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=wosjournals.com&btnG

<https://www.researchgate.net/search/publication?q=worldly%20knowledge>

<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3060-4923>

jarayonining energiya va resurs tejankor, optimal parametrli boshqarish tizimlarini ishlab chiqish muhim vazifalardan biri hisoblanadi [1].

Ko'plab davlatlarda madanlardan oltinni ajratib olish uchun eritma konsentratsiyalari sifatida sian eritmasi (NaCN) ishlatiladi [2]. Ushbu jarayonda oltinni to'liq ajratib olishga erishiladi. Lekin bu jarayon ekologik nuqtayi nazardan juda ham xavfli hisoblanadi. Chunki yuqori darajali zaharli reagentlar ishlatiladi. Bu esa atrof – muhidda va ishchilarning sog'lig'iga xavf tug'diradi. Shuni inobatga olgan holda sorbsiyali sianlash jarayonini avtomatlashtirish uchun uni qora quti sifatida tahlil qilish ishning dolzarbligini izohlaydi [3]. Shuningdek, dastlabki ma'lumotlari parametrik noaniqliklar sharoitida sianlash jarayonining borish tezligi, miqdoriy sifat ko'rsatkichlari va noaniqlik sharoitida oltin ishlab chiqarish jarayonining avtomatik boshqarish tizimlarining tahlili muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili. Jahon miqyosida ilmiy tadqiqotlar natijasida sorbsiyali sianlash usuli bilan oltin ishlab chiqarish jarayonini nazorat qilish va boshqarish tizimlarini ishlab chiqishda de Andrade Lima, A.N.Maryuta, Yu.G.Kachan, V.A.Bunko, V.V.Morozov, V.P.Topchayev, K.Ya.Ulitenko, Z.Ganbatar, L.Delgerbat, L.V.Chugayev, V.F.Borbat, M.N.Nikitin, Yu.A.Kotlyar, I.A.Kakovskiy, L.S.Strijko, S.S.Naboychenko, M.A.Meretukov, V.V.Ledeysnikov, I.N.Palaksin, V.V.Jukov va boshqa olimlar o'z hissalarini qo'shishgan [4-5].

Bugungi kunda sorbsiyali sianlash usuli orqali oltin ajratib olishda aktiv ko'mir yoki ion almashinuvchi smolalar yordamida texnika va texnologiyalari Rossiya Federatsiyasi hamda MDH Respublikalarida jumladan: Kuran, Keramin, Lebidin, Severoenisey, O'zbekistonda: Muruntau (NKMK: GMZ1, GMZ2, GMZ3, GMZ4, GMZ5, GMZ6 va GMZ7), Angren va Marjonbuloq, Qizg'izistonda: Makmal, Armeniyada: Ararat korxonalarida amalda qo'llanilmoqda [6-7].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot jarayonida tizimli tahlil usullari, texnologik jarayon va ishlab chiqarishlarni matematik modellashtirish, avtomatik boshqarish nazariyasi, jarayonni berilgan algoritmi asosida boshqaradigan dasturini yaratish va analitik hisob usullaridan foydalanildi [8].

Tahlil va natijalar. Sorbsiyali sianlash texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishda asosiy ishlardan biri madan, reagentlar, suv, havo, boyitish mahsulotlari va boshqa materiallarning sarfini uzluksiz o'lchash va rostdash hisoblanadi. Ushbu mahsulotlarning sarfini aniqlamasdan texnologik jarayonni kompleks holatida raqamli boshqarishga o'tkazishning imkoni yo'q [9-10]. Shuning uchun bunday texnologik jarayonlarning parametrlari sarfi uzluksiz o'lchanadi. Sorbsiyali sianlash jarayoni ham uzluksiz jarayon bo'lib, unda asosan dastlabki mahsulot tarkibi va chiqayotgan tayyor mahsulot konsentratsiyalari doimiy ravishda nazorat qilinadi.

Sorbsiyali sianlash jarayonini boshqarish obyekti sifatida tahlil qilishning murakkabligi tabiiy hol bo'lib, uning ustida tadqiqot olib borishda ma'lum ierarxik strukturalarga amal qilish zarur. Asosan bunday strukturalar tizim ostida texnik tizimlar ketma-ketligi ajratilgan bo'ladi. Umumiy holatda ierarxik strukturaning matematik modelini murakkab obyekt sifatida qaralishi mumkin va bir qancha o'zgaruvchi hamda o'zgarmas funksiyalarni taqdim etishi bilan tavsiflanadi [11].

Sorbsiyali sianlash jarayoni o'zining boshqarish masalalariga ko'ra ierarxik strukturaga ega. Sorbsiyali sianlash jarayonida kiruvchilar uchta ta'sir turiga bo'linadi:

1. Boshqarilmaydigan ta'sirlar vektorli g'alayon ko'rinishida bo'ladi:

$$\vec{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n\} \quad (1)$$

Ushbu kattaliklar sorbsiyali sianlash jarayonidan chiqadigan mahsulot sifatiga va jarayon davomiyligiga hamda unumdorligiga o'z ta'sirini o'tkazadi.

2. Boshqariladigan ta'sirlar vektorli ko'rinishida bo'lib, sorbsiyali sianlash jarayonidagi hajmiy va massaviy sarf hisobi bilan xarakterlanadi:

$$\vec{U} = \{u_1, u_2, \dots, u_{n-1}, u_n\} \quad (2)$$

3. Nazorat qilinmaydigan omillar:

$$\vec{Z} = \{z_1, z_2, \dots, z_{n-1}, z_n\} \quad (3)$$

Bu g'alayon vektori juda ham ta'siri past hisoblanadi. Har bir texnologik jarayonning mohiyati, shu jumladan sorbsiyali sianlash jarayonining mineral xom – ashyosi, kiruvchi ta'sirlari \vec{Y}, \vec{U} chiquvchi ta'sirlariga o'zgartiradi:

$$\vec{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n\} \quad (4)$$

\vec{X} – vektori holat vektori deyiladi. Sorbsiyali sianlash jarayonida chiquvchi mahsulotlarining (konsentratsiya, chiqindi tarkibi, to'yingan smola tarkibidagi oltin miqdori, pulpa tarkibidagi qum zarrachalari) son va sifat miqdoriy qiymati bilan xarakterlanadi.

Sorbsiyali sianlash jarayonini tahlil qilish natijasida jarayonning quyidagi kiruvchi parametrlari aniqlandi:

- Pulpa sarfi;
- Pulpa zichligi;
- $NaCN$ konsentratsiyasi;
- pH uchun $Ca(OH)_2$ miqdori;
- Siqilgan havo bosimi;
- Toza smola sarfi;
- $Au(CN)_2$ konsentratsiyasi.

Sorbsiyali sianlash jarayonini avtomatlashtirish obyekti sifatida tahlil qilish orqali uni matematik nuqtai nazardan tavsiflash mumkin. Sorbsiyali sianlash jarayonida mahsulotlar reaktor bo'ylab siqilgan havo yordamida aralashtiriladi. Aralashtirish jarayoni boshqarish obyekti kirishidagi texnologik mahsulot va reagentlarning sarflari bilan xarakterlanadi:

$$\vec{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n\} \quad (5)$$

Sorbsiyali sianlash jarayonining chiquvchi kattaliklari x tenglamasi esa quyidagicha ifodalanadi:

$$x = f(\vec{Y}, \vec{U}) \quad (6)$$

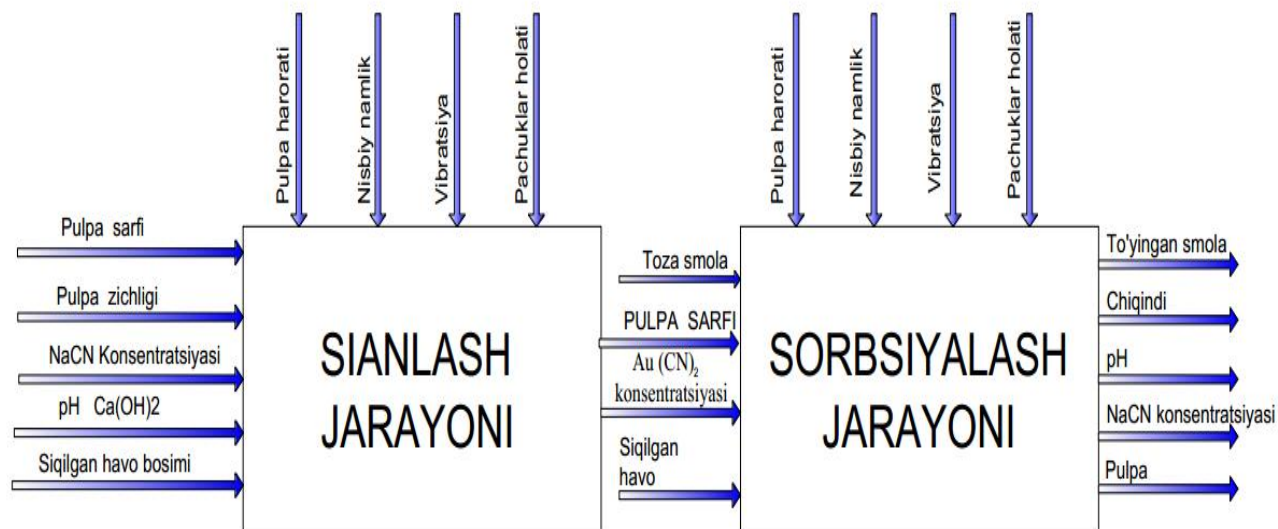
Kiruvchi parametrlarning obyektidagi holatining matematik ifodalanishi quyidagi bog'liqlikda bo'ladi.

$$\vec{Y} = \{Q_p, \rho_p, C_{NaCN}, pH, P_{s.h.}\} \quad (7)$$

Chiqish parametrlarining matematik ifodalanishi esa quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{U} = \{C_{Au}, C_{NaCN}, Q_{ch.}, pH\} \quad (8)$$

Sorbsiyali sianlash jarayonini matematik ifodalash uchun avval o'rganilayotgan jarayon qora quti sifatida tahlil qilinsa, undagi kirish va chiqish kattaliklari aniqlanadi va ularning bir-biriga bog'liqliklari tahlil qilinadi. Shuni inobatga olgan holda quyida sorbsiyali sianlash jarayonining boshqarish obyekti sifatida qilingan tahlil asosida strukturaviy sxemasi ishlab chiqildi.



1-rasm. Sorbsiyali sianlash jarayonining strukturaviy sxemasi.

Sorbsiyali sianlash jarayonida nazorat qilinadigan va avtomatlashtiriladigan asosiy texnologik jarayon parametrlariga pulpaning granulometrik tarkibi, pulpa zichligi hamda maydalanganlik darajasi (o'Ichami), pulpa muhiti kislotalik va ishqoriyligi, aeratsiya darajasi, pulpa sarfi, $NaCN$ konsentratsiyasi, smola sarfi, $Ca(OH)_2$ sarfi, siqilgan havo bosimi va sarfi kiradi. Ushbu parametrlar oltin tarkibli madanlardan oltinni ajratib olish unumdorligini aniqlaydi. Shuning uchun ularni texnologik jarayon xususiyatlariga ko'ra berilgan qiymatida avtomatik boshqarish va rostlash tizimlari yordamida stabil qiymatida ushlab turiladi. Ko'pgina sanoat ishlab chiqarish korxonalarida pulpa zichligini nazorat qilish uchun radioaktivli zichlik o'Ichagichlari ishlatiladi [12].

Sorbsiyali sianlash jarayoni ishqoriy muhitda boradi. Bunda $pH=11-13$ ga teng bo'ladi [13]. Ishqoriy muhitni kerakli rejimda avtomatik rostlash uchun $Ca(OH)_2$ ning sarfini kamaytiradi va oltinni ajratib olish jarayonini tezlashtiradi. Pulpa tarkibidagi kalsiy gidro oksidining $Ca(OH)_2$ konsentratsiyasini o'Ichash uchun shishali va kalomelli elektrodli pH – metrlar ishlatiladi. Pulpa tarkibidagi pH ni avtomatik boshqarish tizimi stabil qiymatida rostlab turiladi.

Oltin tarkibli madanlardan oltinni ajratib olish texnologiyasi murakkab texnologik jarayon hisoblanadi. Bunda sianlash jarayoni yordamida pulpa tarkibidagi oltin zarrachalarini molekula ko'rinishida eritish amalga oshiriladi. Buning uchun $NaCN$ konsentratsiyasi hamda pH uchun $Ca(OH)_2$ eritmaları ishlatiladi. Ushbu turdagi eritmalar konsentratsiyasi va sarfi asosiy parametr hisoblanadi. Bu reagentlar sarfi jarayon kinetikasi (davomiyligi) ga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Shuning uchun ushbu parametrlar optimal qiymatlarida rostlanadi va $NaCN$ eritmasi pulpa tarkibidagi oltin zarrachalarini eritish uchun xizmat qiladi. $Ca(OH)_2$ esa pachukdagi pulpa muhitini ishqoriy yoki kislotaligini ta'minlaydi.

Nazorat qilinuvchi parametrlarning jadvali.

1-jadval

Parametrlarning nomlanishi.	O'lchash birligi	Apparatlar
Pulpa sarfi	m ³ /soat	Sianlash pachugidagi truboprovodda
Pulpa zichligi	ton/m ³	Sianlash pachugidagi truboprovodda
Toza smola sarfi	kg	Sorbsiyalash kallonasiidagi truboprovodda
Siqilgan havo bosimi	MPa	Sorbsiyalash va sianlash pachugidagi siqilgan havo truboprovodida
Sianid (NaCN) konsentratsiyasi	mg/l	NaCN eritmasini tayyorlash rezervuarida
Ca(OH) ₂ sarfi	pH	Ca(OH) ₂ eritmasini tayyorlash rezervuarida
Pulpa sath	m	Sorbsiyalash va sianlash pachugida

Texnologik jarayon parametrlarini belgilangan optimal qiymatlarida rostlab turish uchun hamda yuqori texnik – iqtisodiy ko'rsatkichlarini olish uchun ishlab chiqarishni avtomatlashtirish zarur. Qachonki, texnologik jarayonni yagona boshqarish tizimi bilan ishlatilsa, ya'ni texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari yaratilsa yuqari samara beradi.

Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi orqali quyidagi masalalarni yechish maqsadga muvofiqdir:

- Texnologik jarayonlarning ishlashini nazorat qilish;
- Ishlab chiqarish jarayonini ishonchli va samarali boshqarish;
- Texnologik jarayon holati haqida kerakli axborotlarni o'z vaqtida operatorga uzatishni ta'minlash;
- Texnologik jarayon parametrlarini rostlash va boshqarish sifatini oshirish;
- Jarayon ishlashining iqtisodiy samaradorligini oshirish;
- Butun ishlab chiqarishni yagona markaziy dispatcherlik asosida boshqarish.

Yuqoridagi vazifalarini yechish uchun har bir ishlab chiqarish jarayonlarini o'zining maxsus loyihalari va algoritmlarini ishlab chiqish kerak.

Sorbsiyali sianlash jarayonlarini avtomatlashtirish juda murakkab masala hisoblanib, ko'plab oltin ishlab chiqarish sanoatida materiallar sarfi, pH, pulpa sarfi va sathi, pulpa tarkibidagi S:Q nisbati, NaCN konsentratsiyasini rostlash bo'yicha muammolar yechiladi. Sorbsiyali sianlash jarayonining asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: rudaning yanchilganlik darajasi, pulpa tarkibidagi zarrachalarining S:Q nisbati, NaCN konsentratsiyasi, pulpa tarkibidagi muhit pH, smola sarfi, pachuklardagi sath, pulpa sarfi, pulpa zichligi va boshqalar [14]. Bunday masalalarni avtomatik boshqarish tizimlarisiz yechish o'ta murakkab hisoblanadi. Sorbsiyali sianlash jarayonini o'rganish natijasida ishlab chiqarilayotgan oltin miqdorini oshirish hamda NaCN eritmasining sarfini kamaytirish masalasi olindi.

Xulosa va takliflar. Sorbsiyali sianlash jarayonini boshqarish uchun taklif qilinayotgan strukturaliy sxema va matematik model jarayonning texnologik sxemasi va nazariy tahlillar asosida ishlab chiqilgan bo'lib, ushbu jarayonni samarali boshqarish, jarayon haqida aniqroq

ma'lumotlarni olish, boshqarish ta'sirlarini tahlil qilish, kimyoviy reagentlarning sarfini tejash, jihozlarning ishlash ishonchligini va boyitish intensivligini oshirish, chiqindi tarkibi bilan ko'p oltin chiqib ketishini oldini olishni ta'minlaydi. Sorbsiyali sianlash usuli bilan oltin ishlab chiqarish jarayonini matematik modellarini ilmiy asoslash uchun sorbsiyali sianlash jarayonini avtomatlashtirish obyekti sifatida olinib, uning kirish – chiqish parametrlarining o'zaro funksional bog'lanishlari tahlil qilindi.

Sorbsiyali sianlash usuli bilan oltin ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellashtirish va boshqarish texnologiyalarida tayyor mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlari bo'yicha avtomatik boshqarish tizimlarini takomillashtirish masalalari o'rganilib chiqildi.

ADABIYOTLAR:

1. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Адиллов Ф.Т., Гулямов Ш.М. Динамическая экспертная система для управления непрерывным производством. - Т.: Узбекский журнал нефти и газа, 2004. - №1. - С. 4-6.
2. Sanakulov Q.S. Yangi istiqbollar sari. Toshkent, Mashhur press 2018 y.
3. Морозов В.В., Топчаев В.П., Улитенко К.Я., Ганбаттар З., Делгербат Л. Разработка и применение автоматизированных систем управления процессами обогащения полезных ископаемых, М. Руда и Металлы 2013 г.
4. Жумаев О.А., Махмудов Г.Б., Абдужалилова Г.О. “Использование SCADA-системы WinCC для моделирования процесса сорбционного цианирования”, “Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса” Международная научно-техническая конференция. Навои, Узбекистан 22-23 ноября 2018 г.
5. Махмудов Г. Б. и др. Исследование интеллектуальные системы управления на основе нечеткого логика //E Conference Zone. – 2022. – С. 302-308.
6. Жумаев О. А., Ковалева И. Л., Махмудов Г. Б. Управление температурным режимом процесса бактериального окисления на основе нечеткой логики //Системный анализ и прикладная информатика. – 2023. – №. 2. – С. 42-47.
7. Жумаев О.А., Ахматов А.А., Махмудов Г.Б. “Моделирование процесса оптимального смешения цианистых растворов и использованием интеллектуальных систем измерения на основе нечеткой логики”. Химическая технология. Контроль и управление. №1-2/2018.
8. Ботиров, Т. В., & Махмудов, Г. Б. (2023). Разработка программного обеспечения системы нечеткого управления для биореактора. *WORLD OF SCIENCE*, 18-20.
10. Mahmudov G'V., Annaqulov SH.O. “Sorbsiya jarayonidagi sathni nazorat qiluvchi dasturni SIMATIC STEP7da yaratish”. “Fan va texnika taraqqiyotida yoshlar” Iqtidorli talabalar va magistrantlarning ilmiy-amaliy anjumani, Navoiy 2018y., NDKI 16 noyabr.
11. Mahmudov G. et al. SIMATIC S7-1200 DMK asosida sorbsiyali sianlash jarayonini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini qurish //Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali. – 2024. – Т. 3. – №. 2. – С. 37-43.
12. Евдокимов А.В. Исследование процесса интенсивного цианирования золотосодержащих гравитационных концентратов. Дис. Автореферат. Иркутск-2012.
13. Бывальцев А.В. Оптимизация угольно-сорбционной технологии извлечения золота. 2010, Иркутск.
14. Mahmudov G'V. Oltin tarkibli madanlarni sorbsiyali sianlash jarayonini matematik modelashtirish. Dissertatsiya. 2019 y., 88 bet.