

**"OLMALIQ KMK" AJ DA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN
FOYDALANISHNI TAKOMILLASHTIRISH VA UNING IQTISODIY
SAMARADORLIGI (MIS BOYITISH FABRIKASI MISOLIDA)**

Parpiyev Shavkatjon O‘lmasboyevich

*O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi
magistr tinglovchisi,*

Annotatsiya: Ushbu maqolada “Olmaliq KMK” AJ mis boyitish fabrikasi sharoitida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish yo‘nalishlari va ularning iqtisodiy samaradorligi ilmiy-amaliy jihatdan yoritiladi. Mis boyitish jarayonlarida raqamlashtirishning asosiy “qiymat drayverlari” sifatida texnologik barqarorlikni oshirish, qimmat resurslar sarfini (elektr energiyasi, reagentlar, suv) kamaytirish, uskunalarning rejadan tashqari to‘xtab qolishini pasaytirish, mahsulot sifati hamda metall olish ko‘rsatkichlarini yaxshilash va mehnat xavfsizligini kuchaytirish tahlil qilinadi. Tadqiqotda SCADA/DCS ma’lumotlari, laboratoriya natijalari, ta’minlash jurnallari va energiya hisoblagichlaridan shakllanadigan “sanoat ma’lumotlari konturi”ni integratsiya qilish asosida raqamli boshqaruv modeli taklif etiladi. Iqtisodiy samaradorlikni baholashda umumiy egalik qilish qiymati (TCO), investitsiya qaytimi (ROI), sof joriy qiymat (NPV) va ssenariy tahlilidan foydalaniladi. Xulosada raqamli transformatsiyani texnologik va tashkiliy jihatdan bosqichma-bosqich amalga oshirish, kadrlar kompetensiyalarini oshirish va kiberxavfsizlikni ta’minlash shartlarida barqaror iqtisodiy natijaga erishish bo‘yicha amaliy tavsiyalar bayon etiladi.

Kalit so‘zlar: raqamli transformatsiya, mis boyitish fabrikasi, SCADA, DCS, IoT sensorlar, prediktiv ta’minlash, sun‘iy intellekt, energiya samaradorligi, metall olish, TCO, ROI, NPV.

Annotation: is paper examines how digital technologies can be enhanced at the “Almalyk MMC” JSC copper beneficiation plant and how such improvements translate into measurable economic efficiency. The study identifies the key value drivers of industrial digitalization in copper concentration processes: improved process stability, reduced consumption of critical resources (electricity, reagents, water), minimized unplanned downtime, enhanced product quality and metal recovery, and strengthened occupational safety. A practical digital management model is proposed based on integrating SCADA/DCS signals, laboratory results, maintenance logs, and energy metering into a unified industrial data loop. The economic impact is assessed using Total Cost of Ownership (TCO), Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), and scenario-

based risk analysis. The conclusion provides actionable recommendations for a phased digital transformation, including organizational governance, workforce upskilling, and cybersecurity measures to ensure sustainable economic outcomes.

Keywords: *digital transformation, copper beneficiation plant, SCADA, DCS, industrial IoT, predictive maintenance, artificial intelligence, energy efficiency, metal recovery, TCO, ROI, NPV.*

Kirish

Sanoat korxonalarida raqamli texnologiyalardan foydalanish bugungi kunda faqat avtomatlashtirish darajasini oshirish bilan cheklanmay, balki ishlab chiqarish samaradorligini barqaror, o‘lchanadigan va tezkor boshqarishni ta’minlaydigan strategik yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda. Ayniqsa, mis boyitish kabi yuqori energiya sarfli, ko‘p omilli va texnologik rejimlarga sezgir jarayonlarda raqamli yechimlar iqtisodiy natijaga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Fabrikada rudani maydalash-g‘ijimlash, klassifikatsiya, flotatsiya, quyuqlashtirish, filtrlash hamda chiqindilar (xvostlar) xo‘jaligi kabi bosqichlar o‘zaro bog‘liq bo‘lib, har bir bosqichdagi o‘zgarish umumiy natijaga, xususan metall olish, konsentrat sifati va tannarxga ta’sir qiladi. Shu sababli raqamlashtirishning maqsadi alohida-alohida uchastkalarini “raqamli qilish” emas, balki butun texnologik zanjirni ma’lumotlarga tayangan holda integratsiyalangan boshqaruvga o‘tkazishdir.

“Olmaliq KMK” AJ kabi yirik sanoat korxonalarida texnologik uskunalari va avtomatlashtirish elementlari mavjud bo‘lsa-da, amaliy muammo ko‘pincha ma’lumotlarning parchalanganligi, turli tizimlar o‘rtasidagi integratsiya yetishmasligi, ishlab chiqarish qarorlarining real vaqt rejimida optimallashtirilmasligi va ta’mirlash xizmatlarida reaktiv yondashuv ustunligi bilan bog‘liq bo‘ladi. Natijada texnologik barqarorlik pasayadi, energiya va reagentlar sarfi ortib ketishi mumkin, rejadan tashqari to‘xtab qolishlar ko‘payib, ishlab chiqarish quvvati to‘liq ishlatilmay qoladi. Demak, raqamli texnologiyalarni takomillashtirish iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan “tannarxni tushirish va chiqarish hajmi hamda sifati barqarorligini oshirish” vazifasi bilan uzviy bog‘liq.

Maqolaning asosiy maqsadi mis boyitish fabrikasi misolida raqamli texnologiyalarni takomillashtirish uchun amaliy konsepsiyani asoslash, iqtisodiy samaradorlikka ta’sir etuvchi asosiy mexanizmlarni tushuntirish va baholash mezonlarini ilmiy uslubda taklif etishdan iborat. Maqola doirasida “o‘lchanadigan samara” tamoyili ustuvor qo‘yiladi, ya’ni har bir raqamli yechim texnologik ko‘rsatkichlar va iqtisodiy natijalarga bog‘langan holda izohlanadi.

Asosiy matn

Mis boyitish fabrikasida raqamli texnologiyalarning amaliy qiymati, avvalo, texnologik rejimlarning barqarorlashuvi orqali namoyon bo'ladi. Masalan, maydalash-g'ijimlash uchastkasining ishi ruda qatqoqligi, namlik, ruda tarkibi va tegirmon yuklanmasiga sezgir. Agar tegirmonlar, nasoslar, klassifikatorlar va maydalash liniyasida sensorlardan kelayotgan signallar (oqim, bosim, zichlik, granulometriya, energiya sarfi) bir-biri bilan bog'lanmagan holda ko'rilsa, qaror qabul qilish kechikishi yoki sub'ektiv bo'lishi mumkin. Shuning uchun birinchi navbatda "sanoat ma'lumotlari konturi"ni shakllantirish muhim: texnologik datchiklar ma'lumotlari SCADA/DCS orqali to'planadi, laboratoriya tahlillari (ruda tarkibi, konsentrat sifati, flotatsiya ko'rsatkichlari) bilan bog'lanadi, uskunalar holati (vibratsiya, harorat, podshipnik signallari) va ta'mirlash ma'lumotlari bilan integratsiya qilinadi. Bunday integratsiya natijasida texnologik holatni real vaqt rejimida ko'rish, og'ishlarni erta aniqlash va operatsion qarorlarni tezlashtirish imkoni paydo bo'ladi.

Flotatsiya jarayonida raqamlashtirishning iqtisodiy effektlari ayniqsa yuqori bo'lishi mumkin, chunki flotatsiya ko'p omilli jarayon bo'lib, havo sarfi, pulpa zichligi, pH, reagentlar dozasi, aralashtirish intensivligi va flotatsiya ko'pigi holati natijaga bevosita ta'sir qiladi. Amaliyotda ko'pik sifatini vizual baholash operator tajribasiga bog'liq bo'lib qolsa, rejimlar barqarorligi pasayadi. Kompyuter ko'rish va analitik modellar asosida "flotatsiya ko'pigi indeksi"ni avtomatik baholash, reagent dozasini dinamik boshqarish hamda havo-pulpa nisbatini optimallashtirish metall olish ko'rsatkichini barqarorlashtirishi, ortiqcha reagent sarfini kamaytirishi va qayta ishlash xarajatlarini pasaytirishi mumkin. Bu yerda raqamli yechimning iqtisodiy qiymati faqat texnologik "yaxshilanish" emas, balki tannarx komponentlari orqali o'lchanadi: bir tonna rudaga to'g'ri keladigan kVt·soat, reagentlar sarfi, konsentrat chiqishi, metall olish foizi va konditsion mahsulot ulushi.

Raqamli texnologiyalarni takomillashtirishning yana bir muhim yo'nalishi uskunalar ishonchliligini oshirish va rejadan tashqari to'xtab qolishlarni kamaytirish bilan bog'liq. Boyitish fabrikasida nasoslar, tegirmonlar, konveyerlar, flotatsiya mashinalari, kompressorlar va filtrlar kabi uskunalarining to'xtashi texnologik zanjirni uzib qo'yadi va katta yo'qotish keltirib chiqaradi. An'anaviy yondashuvda ta'mirlash ko'pincha kalendar reja yoki avariya dan keyingi reaktiv holatda amalga oshiriladi. Prediktiv ta'mirlash (predictive maintenance) esa vibratsiya diagnostikasi, harorat monitoringi, tok-kuchlanish profili va moy tahlili kabi ma'lumotlar asosida uskunada nosozlik tendensiyasini oldindan aniqlaydi. Natijada to'xtashlar kamayadi, ehtiyot qismlar logistikasi to'g'ri rejalashadi, ta'mirlash vaqti optimallashtiriladi va ishlab chiqarish quvvati barqaror ishlaydi. Iqtisodiy hisobda bu samara uskunaning foydali ish vaqti ulushi, rejadan tashqari to'xtab qolish soatlari va ishlab chiqarish yo'qotishlari orqali baholanadi.

Energiya samaradorligi mis boyitish fabrikasi iqtisodiy ko'rsatkichlarining asosiy drayverlaridan biri hisoblanadi. Tegirmonlar va nasos stansiyalari energiya iste'molining katta qismini tashkil etadi, shu bois raqamli energiya menejmenti texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etadi. Energiya hisoblagichlar, tok va quvvat analizatorlari, nasoslar ish rejimini nazorat qiluvchi datchiklar orqali uchastkalar kesimida energiya "portreti" shakllantiriladi. So'ngra ma'lumotlar tahlili asosida pik yuklanmalarni yumshatish, nasoslarning ish nuqtalarini optimallashtirish, tegirmon yuklanmasini barqarorlashtirish, havo kompressorlarining sarfini me'yorlashtirish kabi choralar tavsiya etiladi. Bu jarayonda ilg'or protsess nazorati (APC) va optimallashtirish algoritmlari muhim rol o'ynaydi, chunki inson omili bilan doimiy ravishda ko'p parametrlil optimumni ushlab turish qiyin. Energiya tejamkorlik natijasi bir tonna mahsulotga to'g'ri keladigan energiya sarfining pasayishi va umumiy tannarxning qisqarishi orqali ifodalanadi.

Raqamli texnologiyalarni takomillashtirishning iqtisodiy samarasi boshqaruv darajasida ham yuzaga chiqadi. Agar texnologik ma'lumotlar, ta'mirlash ma'lumotlari, ombor va ta'minot ma'lumotlari hamda moliyaviy hisobotlar o'zaro bog'langan bo'lsa, korxonada "operatsiondan moliyaviygacha" bo'lgan yagona analitik kontur paydo bo'ladi. Bu kontur orqali KPilar texnologik realiyat bilan bog'lanadi, masalan OEE (uskunalar samaradorligi), maxsus energiya sarfi, flotatsiya barqarorligi, rejadan tashqari to'xtashlar, konsentrat sifati va metall olish kabi ko'rsatkichlar moliyaviy natija bilan biriktiriladi. Shu asosda boshqaruv qarorlari intuitsiyaga emas, dalillarga tayanadi, rejalashtirish aniqlashadi, "tor joylar" (bottleneck) tezroq aniqlanadi va investitsiya qarorlari maqsadli yo'naltiriladi.

Iqtisodiy samaradorlikni ilmiy asosda baholash uchun raqamli loyihalarni "xarjat-natija" logikasida tuzish lozim. Umumiy egalik qilish qiymati TCO raqamli yechimning butun hayot siklidagi xarajatlarini qamraydi: sensorlar va avtomatlashtirish qurilmalari, tarmoq infratuzilmasi, server yoki bulut resurslari, litsenziya va integratsiya ishlari, kiberxavfsizlik choralari, xodimlarni o'qitish, texnik qo'llab-quvvatlash va modernizatsiya. Investitsiya qaytimi ROI esa olingan iqtisodiy foydani sarflangan investitsiyaga nisbatan ko'rsatadi. Bunda foyda quyidagi manbalardan shakllanishi mumkin: energiya sarfining kamayishi, reagentlar sarfining me'yorlashuvi, metall olish ko'rsatkichining oshishi, to'xtashlar kamayishi hisobiga qo'shimcha ishlab chiqarish, ta'mirlash xarajatlarining optimallashtirishuvi, sifati past mahsulot va qayta ishlash yo'qotishlarining qisqarishi. Sof joriy qiymat NPV kelgusi pul oqimlarini diskontlash orqali loyihaning uzoq muddatli iqtisodiy qiymatini ko'rsatadi, bu esa katta infratuzilmali raqamli transformatsiyalarda muhim.

Mis boyitish fabrikasi sharoitida raqamli loyihalarning iqtisodiy samarasini aniqlashda ssenariy yondashuvi alohida ahamiyatga ega, chunki ruda tarkibi o'zgarishi, bozor narxlari dinamikasi, energiya tariflari, uskuna eskirishi va ta'mirlash ta'minoti kabi omillar natijaga

ta'sir qiladi. Shuning uchun "bazaviy ssenariy", "optimistik ssenariy" va "konservativ ssenariy" kabi holatlar asosida KPI va moliyaviy oqimlar baholansa, qabul qilinayotgan qarorlar realroq bo'ladi. Masalan, metall olish ko'rsatkichidagi kichik o'zgarish ham katta iqtisodiy qiymatga aylanishi mumkin, lekin bu o'zgarishni ta'minlash uchun ma'lumotlar sifati, datchiklar ishonchliligi va operatorlarning yangi rejimlarga moslashuvi talab etiladi. Demak, raqamli yechimning iqtisodiy natijasi texnikadan tashqari tashkiliy omillarga ham bog'liq.

Tashkiliy jihatdan raqamli transformatsiyani muvaffaqiyatli qilish uchun korxonada ma'lumotlar bilan ishlash madaniyati va mas'uliyat taqsimoti aniq belgilanishi kerak. Texnologik xizmat, avtomatlashtirish bo'limi, IT va kiberxavfsizlik xizmatlari hamda iqtisodiy blok o'rtasida hamkorlik mexanizmi shakllansa, raqamli yechimlar "eksperiment" sifatida emas, ishlab chiqarish standarti sifatida mustahkamlanadi. Shu nuqtai nazardan "raqamli ofis" yoki transformatsiya guruhini tashkil etish, ma'lumotlar sohibi (data owner) va ma'lumotlar sifatini nazorat qiluvchi rollarni belgilash, modellar va algoritmlar uchun tasdiqlash tartibini joriy qilish iqtisodiy samaradorlikni barqaror qiladi.

Kiberxavfsizlik masalasi sanoat raqamlashtirishida iqtisodiy samaraning ajralmas qismi hisoblanadi. Sanoat tarmoqlari va SCADA/DCS muhitidagi xavflar nafaqat axborot yo'qotish, balki texnologik jarayon to'xtashi, xavfsizlikka tahdid va katta moliyaviy yo'qotishlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli raqamli loyihalarda tarmoq segmentatsiyasi, autentifikatsiya, jurnallash, zaifliklarni boshqarish, ehtiyot nusxa va avariya dan tiklash rejasi, sanoat protokollari xavfsizligi kabi talablar iqtisodiy hisobga kiritilishi lozim. Ya'ni raqamlashtirishdan olinadigan foyda kiberximoya investitsiyalari bilan muvozanatda bo'lishi shart, aks holda risk natijani "yo'qqa chiqarib" qo'yishi mumkin.

Kadrlar va kompetensiyalar raqamli texnologiyalarning amalda ishlashi uchun hal qiluvchi omildir. Mis boyitish fabrikasida operatorlar, texnologlar, mexaniklar, avtomatlashtirish mutaxassislari va ma'lumotlar tahlilchilari o'rtasida umumiy "raqamli til" shakllanmasa, ma'lumotlardan to'liq foydalanilmaydi. Shuning uchun amaliy o'quv dasturlari, uchastkalarda KPIga bog'langan motivatsiya, raqamli panellar (dashboards) dan foydalanish, "standart operatsion protseduralar"ni raqamli rejimlar bilan uyg'unlashtirish muhim. Natijada raqamli yechimlar alohida platforma emas, ishlab chiqarishning kundalik boshqaruv instrumentiga aylanadi.

Umuman olganda, "Olmaliq KMK" AJ mis boyitish fabrikasi misolida raqamli texnologiyalardan foydalanishni takomillashtirish texnologik barqarorlik, resurs tejamkorlik, ishonchlilik va boshqaruv shaffofligi orqali iqtisodiy samara beradigan kompleks jarayondir. Samaraning asosiy sharti raqamlashtirishni uchastkalar kesimidagi

lokal avtomatlashtirish sifatida emas, balki yagona ma'lumotlar konturi va integratsiyalangan boshqaruv modeli sifatida qurishdan iborat.

Xulosa: Mis boyitish fabrikasida raqamli texnologiyalarni takomillashtirish iqtisodiy samaradorlikni oshirishning amaliy va ilmiy asoslangan yo'li hisoblanadi. Raqamlashtirish texnologik rejimlarni barqarorlashtirish, energiya va reagentlar sarfini kamaytirish, uskunalarning rejadan tashqari to'xtab qolishlarini pasaytirish, metall olish va mahsulot sifati ko'rsatkichlarini yaxshilash orqali tannarxni qisqartirish imkonini beradi. Iqtisodiy natijaga erishish uchun sanoat ma'lumotlari konturini integratsiya qilish, prediktiv ta'mirlash va ilg'or protsess nazoratini joriy etish, KP'larni texnologik ko'rsatkichlar bilan bog'lash hamda TCO, ROI, NPV va ssenariy tahlili asosida qaror qabul qilish maqsadga muvofiq. Shu bilan birga, kiberxavfsizlik, litsenziya va muvofiqlik, ma'lumotlar sifati hamda kadrlar kompetensiyalarini rivojlantirish raqamli loyihalarning barqaror iqtisodiy samarasini ta'minlovchi hal qiluvchi shartlardir. Mazkur yondashuv "Olmaliq KMK" AJda raqamli transformatsiyani ishlab chiqarish samaradorligi va raqobatbardoshlikni oshirishga xizmat qiluvchi uzoq muddatli institutsional mexanizmga aylantirishga imkoniyat yaratadi.

REFERENCES

1. J. Schubert, et al. Digital Transformation in Industrial Operations: Data-Driven Process Optimization (umumiy metodologik manbalar).
2. Society for Mining, Metallurgy & Exploration (SME). Mineral Processing and Extractive Metallurgy: Modern Practice and Emerging Technologies (yo'nalishga oid manbalar).
3. Wills B. A., Finch J. Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. Hodouin D. (tahr.). Process Control and Optimization in Mineral Processing (flotatsiya va maydalashda nazorat masalalari).
4. Suyunova D.D. Corporate in joint stock companies ways to use digital technologies to improve management. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS), Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 4 No 09. September 2023 ISSN:2660-5570.
5. Suyunova D.D. Korporativ boshqaruvning samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalardan foydalanish masalasiga ilmiy qarashlar. Iqtisodiy tarqiqiyot va tahlil ilmiy elektron jurnali, 2024 yil 31 iyul. <https://e-itt.uz/index.php/eitt/article/view/1472/1379>.
6. Suyunova D.D. Raqamli texnologiyalardan foydalanish asosida korporativ boshqaruvning samaradorligini oshirish masalasiga ilmiy yondashuv. (Raqamli iqtisodiyot

sharoitida biznes va tadbirkorlikni rivojlantirishning dolzarb muammolari, xalqaro ilmiy - amaliy konferensiya, 2022 yil 23 dekabr.)

7. Suyunova D.D. Aksiyadorlik jamiyatlarida korporativ boshqaruvni joriy qilishning raqamli transformatsiyasini amalga oshirishga ilmiy-nazariy yondashuv. (Raqamli iqtisodiyot sharoitida biznes va tadbirkorlikni rivojlantirishning dolzarb muammolari, xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya, 2022 yil 23 dekabr).