KONCHILIK KORXONALARINING ELEKTR ENERGIYA ISTE'MOLINI MODELLASHTIRISH

Asqar Ilashovich Qarshibayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, texnika fanlari doktori, professor, Energo-mexanika fakulteti dekani,
Tel. +998906205055.
Jumayev Zavqiyor Ismatilloyevich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, katta o'qituvchi, Energetika kafedrasi katta o'qituvchisi,
Tel. +998976840001

Annotatsiya. Ushbu maqolada konchilik korxonalarida elektr energiya iste'molini modellashtirish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Elektr energiya iste'moli to'g'risidagi statistik ma'lumotlar to'plamini qayta ishlashda elektr energiya iste'moli korrelyatsiya koeffitsiyentining maksimal qiymatlariga ega bo'lgan texnologik omillar ajratiladi. Birinchi bosqichda, ishlab chiqarish jarayonida iste'mol qilingan elektr energiyasi bo'yicha statistik ma'lumotlar yig'iladi. Bu ma'lumotlar odatda turli vaqt oralig'ida (soatlik, kunlik, oylik) o'lchangan bo'lib, turli texnologik jarayonlarga (masalan, maydalash, flotatsiya, nasoslar ishlashi, konveyerlar harakati) bog'liq holda yig'iladi. Ma'lumotlar bazasining ishonchliligi va to'liqligi keyingi tahlillar natijalariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchi bosqichda, yig'ilgan statistik ma'lumotlar matematik va statistik usullar yordamida tahlil qilinadi. Bu yerda asosiy maqsad – elektr energiya iste'moliga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi texnologik omillarni aniqlashdir. Bu jarayonda korrelyatsiya tahlili qo'llaniladi.

Kalit so'zlar: Konchilik korxonalarida elektr energiya iste'moli, korrelyatsiya koeffitsenti, matematik model, me'yorlashtirish, rudaning fizik xususiyatlari, elektr energiya iste'molini modellashtirish.

Аннотация. Моделирование потребления электроэнергии на горнодобывающих предприятиях осуществляется в следующей последовательности. При обработке статистических данных о потреблении электроэнергии выделяются технологические факторы, имеющие наибольшие значения коэффициента корреляции с потреблением электроэнергии. На первом этапе собираются статистические данные о потребленной электроэнергии в процессе производства. Эти данные обычно измеряются за различные промежутки времени (почасовые, суточные, месячные) и связаны с различными технологическими процессами (например, дробление, флотация, работа насосов, движение конвейеров). Надежность и полнота базы данных напрямую влияют на результаты

ISSN 3030-3907

последующего анализа. На втором этапе собранные статистические данные анализируются с помощью математических и статистических методов. Основная цель на этом этапе — определить технологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на потребление электроэнергии. В этом процессе применяется корреляционный анализ.

Ключевые слова: потребление электроэнергии на горнодобывающих предприятиях, коэффициент корреляции, математическая модель, нормирование, физические свойства руды, моделирование потребления электроэнергии.

Annotation. Modeling electricity consumption in mining enterprises is carried out in the following sequence. When processing statistical data on electricity consumption, technological factors with the highest correlation coefficients with electricity consumption are identified. In the first stage, statistical data on electricity consumed during the production process are collected. These data are usually measured over various time intervals (hourly, daily, monthly) and are related to different technological processes (such as crushing, flotation, pump operation, conveyor movement). The reliability and completeness of the database directly affect the results of subsequent analysis. In the second stage, the collected statistical data are analyzed using mathematical and statistical methods. The main goal at this stage is to identify the technological factors that have the greatest impact on electricity consumption. Correlation analysis is used in this process.

Keywords: electricity consumption in mining enterprises, correlation coefficient, mathematical model, standardization, physical properties of ore, electricity consumption modeling.

Kirish.

Konchilik korxonalarida o‘tkazilgan elektr energiya iste’molini tahlili rudalarni qayta boyitish jarayonidagi elektr energiya iste’moli darajasini belgilovchi quyidagi asosiy parametrlarni aniqlash imkon berdi: ruda qattiqligi, qayta ishlangan ruda hajmi va tegirmon agregatidagi suv miqdori.

Konchilik korxonalarida rudani qayta ishlashda elektr energiya iste’moliga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash va hisobga olish elektr energiya iste’molini tadqiq qilishning muhim vazifasini tashkil etadi. Ko‘rsatilgan barcha omillarni to‘liq hisobga olish qiyin, chunki mavjud ma’lumotlarning to‘liqsizligi va ularning elektr energiya iste’moliga ta’sir etish sharoitlarining noaniqligi kuzatiladi. Bundan tashqari, ko‘plab omillarni hisobga olish elektr energiya iste’molini aniqlashdagi xatolik darajasining oshishiga olib keladi. Shu munosabat bilan, elektr energiya iste’moliga bevosita ta’sir ko‘rsatadigan va ishlab chiqarish jarayonida hisobga olinadigan omillarni tahlil qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Asosiy qism. Elektr energiya iste'molini kirish va chiqish o'zgaruvchilari bo'yicha eksperimental ma'lumotlardan foydalanib, regressiv tahlili masalalarini quyidagi algoritm bo'yicha yechish mumkin:

1. O'rganilayotgan obyektning kirish va chiqish o'zgaruvchilari to'g'risida eksperimental ma'lumotlarni olish va dastlabki qayta ishlash (eksperiment o'tkazish).
2. Matematik model turi haqida gipotezani taklif etish (ilgari surish);
3. Model parametrlarini baholash.
4. Model parametrlarining statistik ahamiyatliligini tekshirish.
5. Modelning adekvatligini tekshirish.

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini baholashni eng kichik kvadratlar usuli yordamida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Amalda ushbu funksiya ko'p o'zgaruvchili chiziqli regressiya tenglamasi shaklida aniqlanadi:

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini baholashni eng kichik kvadratlar usuli yordamida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Amalda regressiya chizig'i ko'pincha chiziqli funksiya shaklida aniqlanadi

$$y = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 + k_4x_4 + b \qquad (1)$$

bu yerda koeffitsiyentlar formulalar bo'yicha topiladi:

$$b = r_{xy}\frac{\sigma_y}{\sigma_x}; \quad k = \bar{y} - k\bar{x} \qquad (2)$$

Mustaqil o'zgaruvchilar x va y o'rtasidagi bog'liqlik darajasi korrelatsiya koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi.

$$r_{x,y} = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \qquad (3)$$

bu yerda $cov(x,y) = M(x \cdot y) - M(x) \cdot M(y)$ – ikkita tasodifiy o'zgaruvchilar x va y kovariatsiyasi; σ_x ва σ_y *x ва y* o'zgaruvchilarining o'rtacha kvadratik og'ishlari.

Korrelyatsiya koeffitsiyenti $r_{x,y}$ tasodifiy o'zgaruvchilar x va y o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni darajasini tavsiflaydi, bog'liqlik darajasi qanchalik kuchli bo'lsa $|r_{x,y}|$ ning qiymatini birlikka $(-1 \le r_{x,y} \le 1)$ oraliqda bo'ladi

Agar $r_{x,y} > 0$ bo'lsa, bir tasodifiy o'zgaruvchining ortishi ikkinchi o'zgaruvchining ham o'rtacha qiymatda oshish tendensiyasiga ega ekanligini ko'rsatadi. Agar $r_{x,y} < 0$ bo'lsa, bir tasodifiy o'zgaruvchining ortishi ikkinchi o'zgaruvchining o'rtacha qiymatda pasayish tendensiyasiga ega ekanligini anglatadi.

Agar $r_{x,y} = 0$ bo'lsa, chiziqli korrelatsion bog'liqlik mavjud emas, va bunday tasodifiy o'zgaruvchilar korrelatsiyalanmagan deb ataladi.

ISSN 3030-3907

Bir nechta o‘xshash elektr energiya iste’mol qiluvchi mexanizmlarning ish samaradorligini baholash mezonini aniqlash uchun elektrtexnologik ko‘rsatkichlarning bosh tanlovga mansubligini tahlil qilish zarur. Buning uchun Kolmogorov mezonidan foydalanish maqsadga muvofiq.

Shu bilan birga, elektr energiya istemolining ishlab chiqarish omillariga bog‘liqligini tahlil qilish uchun eng kichik kvadratlar usulini qo‘llash tavsiya etiladi, ushbu bog‘liqliklar quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan polinomlar yordamida ifodalanishi mumkin:

$$f = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_1x_2 + b_5x_2^2, \quad (4)$$

bu yerda f – elektr energiya iste’moli funksiyasi; x_1 – rudaning fizik tarkibi (qattiqlik, solishtirma og‘irligi va boshqalar); x_2 – qayta ishlangan rudaning hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining rudani qayta ishlashda sarflangan suv hajmiga nisbati); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5,$ – regressiya tenglamasining koeffitsiyentlari.

Elektr energiya iste’moli rejimlarini eksperimental tadqiq qilish quyidagi tamoyillarga asoslanib olib borilishi maqsadga muvofiq:

1. Elektr energiya istemolini aniqlovchi kuzatilayotgan belgilarning tasodifiy o‘zgaruvchilar sifatida namoyon bo‘lishi eksperiment (tadqiqot) rejasini tuzishda tanlanma usuliga asoslangan yondashuvni qo‘llash zarurligini talab qiladi. Bunday holatda asosiy masalalardan biri tanlanma to‘plamini shakllantirish va tanlama tarkibiga kiritiladigan elementlar sonini (kuzatuvlar sonini) aniqlash hisoblanadi.

Tanlama elementlarining soni qayta tanlash asosida bajariladigan to‘liq tasodifiy tanlama holatiga muvofiq aniqlanadi.

$$n = t^2 * \frac{\sigma_0^2}{S^2}, \quad (5)$$

bu yerda: t – tasodifiy o‘zgaruvchining qiymati bo‘lib, unda normal taqsimot funksiyasi *f(x)* tanlangan ishonchlilik ehtimolligiga β teng bo‘ladi; σ_0^2 – bosh tanlovdagi tasodifiy o‘zgaruvchining dispersiyasi; Δ – tanlamaning maksimal xatosi, u belgilangan ishonchlilik ehtimolligi sharoitida tanlama o‘rtacha qiymatining bosh tanlov o‘rtacha qiymatidan eng katta og‘ishini tavsiflaydi.

Elektr energiya iste’moli rejimlarini tadqiq etishda o‘lchovlar (kuzatuvlar) soni bo‘yicha tavsiyalar mavjud. Ushbu tavsiyalarga muvofiq, hisoblangan miqdorlarning aniqligi ±10% chegarada bo‘lishi talab etiladi.

Individual eksperimental tadqiqotlarda, dispersiya o‘lchov natijalarining statistik qayta ishlanishi asosida aniqlanganda, tavsiya etilgan nisbiy xato ±15% ni tashkil etadi. Bu hisoblangan yuklama qiymatining 3–5% darajadagi og‘ishini

ISSN 3030-3907

ruxsat etadi. Bunda o‘lchovlar soni kamida 30–60 ta bo‘lishi, eksperiment esa kamida uch ish smenasi davomida o‘tkazilishi lozim.

Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish jarayonida yetarli darajadagi reprezentativlikni (tanlanmaning bosh tanlovga muvofiqlik darajasi bo‘lib, u tanlanma natijalarining umumiy populyatsiya xususiyatlarini qanchalik aniq aks ettirishini ifodalaydi) ta’minlash maqsadida elektrotexnik qurilmalar tanlovi texnologik guruhlarga mansub elektr iste’molchilarini qamrab olgan holda amalga oshiriladi. Tanlov ketma-ket (seriyali) tanlash usuli asosida olib borilib, so‘ngra texnologik mezon bo‘yicha texnik tanlamalar shakllantiriladi.

2. Elektr energiya sarfini baholash normallashtirilgan sharoitlarda amalga oshirilishi lozim, bu quyidagilarni o‘z ichiga oladi: uskunaning loyihaviy hujjatlarga muvofiq komplektatsiya qilinishi; elektr va mexanik uskunaning ekspluatatsiya sharoitlariga mos kelishi hamda ularning asosiy texnik xususiyatlarining pasport ma’lumotlariga muvofiqligi; elektr va mexanik uskunaning texnik ekspluatatsiya qoidalari va boshqa normativ hujjatlar bilan belgilangan sharoitlarda ishlashi; elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlari belgilangan standartlarga muvofiq bo‘lishi.

3. Eksperimental qurilma asosiy texnologik jarayonlarga tegishli elektr iste’molchilarining ishlashi davomida elektr energiya sarfini ma’lum vaqt oralig‘ida o‘lchash va qayd etishni ta’minlashi lozim. Elektr yuklamalarining ish rejimi parametrlarini aniqlashda o‘rtacha qiymat olish uchun vaqt oralig‘i 3 soniyadan 0,5 soatgacha deb belgilangan.

Texnologik mashina va qurilmalarning elektr energiya iste’molini tasodifiy jarayon sifatida baholash uchun uning taqsimot qonunlarini aniqlash talab etiladi. Shu munosabat bilan, Kolmogorov mezoni asosida (ishonchlilik ehtimolligi 0,95) eksperimental ravishda olingan taqsimotlarning muayyan taqsimot qonunlariga (normal, eksponensial, beta, gamma, Veybull, logaritmik normal va boshqalar) mosligi bo‘yicha gipotezalar tekshirilishi lozim. Olingan eksperimental taqsimotlar eng yaxshi normal taqsimot qonuniga mos keladi, ya’ni u umumiy holda quyidagi ifodaga ega:

$$f(P) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \sigma} e^{-\frac{(P - \overline{P})^2}{2 * \sigma^2}}, \qquad (6)$$

bu yerda: $\overline{P}$ – elektr yuklamaning o‘rtacha qiymati; σ – o‘rtacha kvadratli og‘ish.

Biroq, ayrim hollarda eksperimental taqsimot eksponensial taqsimot qonuniga mos kelishi mumkin:

$$f(P) = \lambda e^{\lambda * P}, \qquad (7)$$

bu yerda: λ – jarayon sodir bo‘lish intensivligini tavsiflovchi taqsimot parametri.

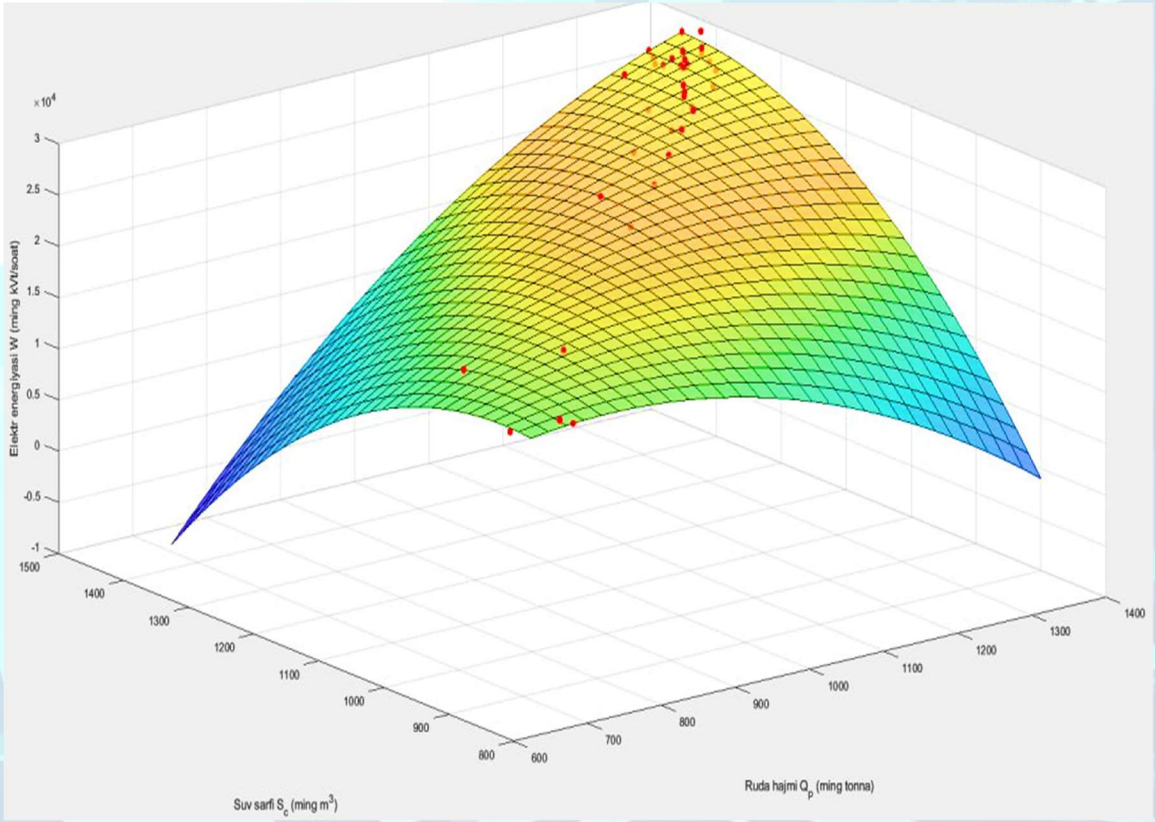
ISSN 3030-3907

Elektr istemolining rudaning fizik xususiyatlari, qayta ishlangan ruda hajmi kabi omillarga bog‘liqligini apriori tahlil (bu oldindan mavjud bilim va nazariy asoslar asosida olib boriladigan tahlil bo‘lib, eksperimental ma’lumotlar to‘plangunga qadar obyekt yoki jarayonning xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan ilmiy yondashuvdir) qilish, maqbul ishonchlilik ehtimoli bilan kerakli bog‘liqlikni shaklga yega bo‘lgan ikkinchi darajali chiziqli bo‘lmagan polinomlar bilan tavsiflash mumkinligini aniqlashga imkon berdi:

$$f = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_1x_2 + b_5x_2^2, \qquad (8)$$

bu yerda f – elektr energiya iste’moli funksiyasi; x_1 – rudaning fizik tarkibi (qattiqlik, solishtirma og‘irligi va boshqalar); x_2 – qayta ishlangan ruda hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining qayta ishlashga sarflangan suv hajmiga nisbati); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$, - regressiya tenglamasining koyeffitsiyentlari.

(8) funksiyasi tomonidan $W = f(Q_p, Q_c)$ elektr energiya iste’molini amalga oshirishga misol 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. **Уч o‘lchamli funksiya yordamida elektr energiya iste’molini modellashtirish,**

bu yerda:W – elektr energiya iste’moli, Q_p – qayta ishlangan ruda hajmi, Q_c – qayta ishlashda ishlatilgan suv sarfi.

Biroq, texnologik uskunalar tomonidan elektr energiya iste’molini ifodalovchi bunday tenglamaning talqini ancha murakkab. Shu sababli, mazkur

ISSN 3030-3907

jarayonga ta’sir qiluvchi omillardan birini muayyan qiymatlarni o‘z ichiga oluvchi intervallarga bo‘lish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Xulosa. Yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqib, boshlang‘ich ma’lumotlarni jadval shaklida taqdim etish (1-jadvalda) va ularni har bir belgilangan interval uchun ikkinchi darajali chiziqli polinomlar asosida qayta ishlash zarur.

1-jadval.

Boshlang‘ich ma’lumotlar jadvalini intervallarga ajratish misoli.

Elektr energiya	Rudaning qayta ishlangan hajmi	Rudaning fizik tarkibi
W1	Q1	Б1
W2	Q2	
…..	…..	
Wn	Qn	
Wn+1	Qn+1	Б2
Wn+2	Qn+2	
…..	…...	
Wn+i	Qn+i	
…..	……	…..

Qayta ishlangan ruda hajmiga bog‘liq holda solishtirma yoki umumiy elektr energiya iste’molining tenglamalari, agar «ruda fizik xususiyatlari» omili doimiy qiymatga ega bo‘lsa, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$f = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2, \quad (9)$$

bu yerda: f – solishtirma yoki umumiy elektr energiya istemoli; x – qayta ishlangan ruda hajmi (yoki qayta ishlangan ruda hajmining qayta ishlashga sarflangan suv hajmiga nisbati).

Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan usuldan foydalangan holda, o‘zgaruvchan ishlab chiqarish va texnik omillar sharoitida elektr energiya iste’moli jarayonini tavsiflash mumkin.

Bunda elektr energiya iste’molining tavsifi real jarayonga ko‘proq mos keladi va ancha adekvat bo‘ladi. Bu faqatgina o‘tgan davr uchun o‘rtacha qiymatlar asosida hisoblash bilan cheklanadigan yondashuvga qaraganda aniqroq natijalar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Asqar I. Karshibayev, and Zavqiyor I. Jumayev* Expanding the level of forecasting and operational planning of electric consumption at mining enterprise E3S Web of Conferences 417, 03015 (2023) GEOTECH-2023.

ISSN 3030-3907

2. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.
3. Қаршибаев А.И. Прогнозирование электропотребления технологических машин и механизмов карьеров (на примере навоийского горно-металлургического комбината) // Диссертация 2018. – С. 40-47.
4. Каршибаев А.И. Повышение эффективности электропотребления в условиях горных предприятий Узбекистана // “Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук”. Москва, 2011. – С.124.
5. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.
6. Қаршибаев А.И. Прогнозирование электропотребления технологических машин и
7. механизмов карьеров (на примере навоийского горно-металлургического комбината) // Диссертация 2018. – С. 40-47.
8. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Konchilik korxonalarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishning zamonaviy usullarini ishlab chiqish // Journal of Advances in Engineering Technology 2022. – C. 39-42.

ISSN 3030-3907