

**YIRIK DONALI ISSIQ ASFALT ISHLAB CHIQRISHDA QURITISH
BARABANI PARRAKLARINI (FLIGHTS) HUDUDI
TAKOMILLASHTIRISH ORQALI ENERGIYA SARFINI KAMAYTIRISH**

Askarxodjayev Tulkun Ishanovich.

TDTrU, t.f.d Professor

tulkun_ishanovich@mail.ru

+998 90 189 14 21

Sarmonov Azizbek Xashimjonovich.

TDTrU dotsenti, PhD

sarmonov1985@gmail.com

+998 94 653 92 70

Xalimov Behruz Xamza o'g'li.

TDTrU PhD doktoranti

xalimov745@mail.ru

+998 97 343 52 53

Kalit so'zlar. Yirik donali issiq asfalt,

Butun dunyoda energiyani tejash va unga arzonroq alternative topish bo'yicha muammolar hozirgi kunning asosiy muammolaridan hisoblanadi. Tiklanmaydigan energiya manbalaridan foydalanishni tartibga solish va bu orqali kelajak avlodga energiya manbalarini yetkazish muhim vazifamiz.

Yuqoridagi vazifalarni hisobga olib, yo'l qurilishida energiya tejamkor texnika va texnologiyalardan foydalanish orqali innovatsion yechimlarga erishish uchun asosiy masalardan birini ko'rib chiqqanmiz. Hozirgi kunda yirik donali issiq asfaltbeton qorishmalari yo'l qurilishida keng qo'llanib kelmoqda. [1]

Yirik donali issiq asfalt ishlab chiqarishda quritib aralashtirish barabanida asosiy energiya sarf bo'lishini xisobga olib, barabanda energiya sarfini kamaytirish masalasini ko'rib chiqamiz. [2]

1. Quyidagilarni kirish ma'lumoti sifatida qabul qilamiz:

- Baraban turi: turli fraksiyadagi inert material uchun baraban (drum-mixer).
- Geometrik o'lchami: baraban uzunligi $L = 12$ m, baraban diametri $D = 2.2$ m.
- Ish unumdorligi: 100 t/soat.
- Inert materialning kirish namligi: 3 %.
- Yoqilg'i turi : tabiiy gaz.

➤ Asosiy fraksiya: 10–20 mm (yirik donali inert material). [3]

Maqsad: 1 tonna issiq asfalt aralashmasi uchun yoqilg'i sarfini kamaytirish. Bunga erishishning asosiy yo'li — quritish Hududlarida materialning gaz oqimi bilan issiqlik almashinuvi yuzasini oshirish (materialni "parda" - ko'rinishida tarqatish), lekin aralashtirish Hududida ortiqcha ko'tarilish/sochilishni kamaytirish. Buning uchun quritib aralashtirish barabanini Hududlarga ajratamiz.

Baraban bo'yicha Hududlash 12 metrli baraban uchun tavsiya etiladigan Hududlar:

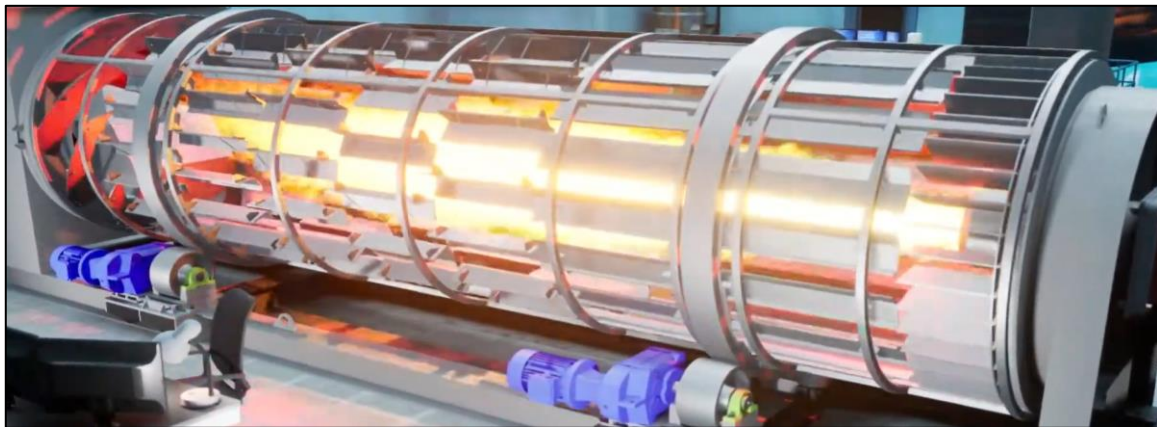
Hudud	Uzunlik oralig'i, m	Asosiy vazifa	Parrak turi (umumiy)
Z1	0 – 2.5	Qabul va namlikni tez chiqarish	Agressiv ko'tarish
Z2	2.5 – 7.5	Asosiy quritish/qizdirish: maksimal parda xosil qilish	Inert material va issiqlik bilan ko'proq tasirlanishi
Z3	7.5 – 9.0	Ishchi haroratgacha qizdirish	Asta ko'tarish
Z4	9.0 – 12.0	Aralashtirish/chiqish: aralashtirish, minimal ko'tarish	Aralashtirish parraklari

Tavsiya etiladigan parrak parametrlari (ishchi diapazon).

Quyidagi diapazonlar ishlab chiqarish amaliyotida qo'llanadigan "ishchi" qiymatlar bo'lib, aniq chizma va metall konstruksiyaga moslab yakuniy o'lchamlar ishlab chiqiladi. [4]

Hudud	Qator (row) soni	Flight balandligi, mm	Shelf burchagi β , grad	Qadam (pitch), mm	Izoh
Z1	8	120 – 160	35 – 45	250 – 350	Nam materialni ko'tarish va tez sochish; bo'shashishni kamaytirish.
Z2	8	80 – 120	25 – 35	200 – 300	Inert material va issiqlik bilan ko'proq tasirlanishi

Z3	6 – 8	60 – 90	20 – 30	300 – 450	Aralashma Hududiga kirishda ortiqcha ko‘tarishni pasaytirish.
Z4	6	40 – 70	15 – 25	400 – 600	Aralashtirish/chiqish: aralashtirish, minimal ko‘tarish: bitum tutuni va changni kamaytirish.



1. Quritish barabani ichki kesimi.

Qo‘yilgan masalani matematik yo‘l bilan xisoblash orqali berilgan yechimlar to‘g‘riligini tekshirib chiqamiz:

1. Massa balansi hisobi (Namlik bug‘lanishi).

$$\dot{m}_{ev}(z) = \dot{m}_{s,dry} \left(-\frac{dX_d}{dz} \right); \quad (1)$$

Bu yerda $\dot{m}_{s,dry}$ -quruq inert material sarfi (doimiy),

X_d -inert material tarkibidagi namlik, [5]

2. Gazning tarkibidagi namlik o‘zgarishi.

$$\dot{m}_{g,dry} \frac{dY}{dz} = \dot{m}_{ev}(z); \quad (2)$$

$\dot{m}_{ev}(z)$ -Bug‘lanayotgan suvning massa oqimi z uzunlik bo‘yicha massasi.

3. Bug‘lanish issiqlik bilan cheklanadi (issiqlik asfalt barabanda ko‘pincha shunday), shuning uchun.

$$\dot{m}_{ev}(z) = \frac{Q_{ev}(z)}{r_{ev}(T_s)}; \quad (3)$$

Bu yerda $r_{ev} \approx 2257$ kJ/kg (100° C atrofida; T_s (inert materialni Hududlar kesimida boshlang‘ich harorati) ga bog‘lab olinishi mumkin. [6]

4. Bug‘lanishga sarflanayotgan issiqlik miqdori.

$$Q_{ev}(z) = \eta_{ev}(z)h(z)a_v(z)V'(z)(T_g(z) - T_s(z)) ; (4)$$

$V'(z)$ -1 metr uzunlikka to'g'ri keladigan baraban hajmi: $V'=A-1$

$\eta_{ev}(z) \in (0,1)$ -issiqlikning bug'lanishga "taqsimlanish" ulushi (qolgan qismi inert materialni qizdirishga ketadi). Amalda η_{ev} Z1-Z2 da katta, Z3-Z4 da kichik.

5. Energiya balansi (gaz va inert material uchun). Gaz energiya hisobi tenglamasi.

$$\dot{m}_p c_{pg} \frac{dT_g}{dz} = -h(z)a_v(z)V'(T_g - T_s) - U_w(z)P(T_g - T_{amb}); (5)$$

$-h(z)a_v(z)V'(T_g - T_s)$ - gazdan inert materialga issiqlik o'tishi.

$U_w(z)P(T_g - T_{amb})$ -baraban devori orqali yo'qotish.

6. Inert materialga sarflanayotgan energiya o'zgarishi tenglamasi.

$$\dot{m}_s c_{ps} \frac{dT_s}{dz} = h(z)a_v(z)V'(T_g - T_s) - \dot{m}_{ev}(z)r_{ev}; (6)$$

$h(z)$ - Issiqlik almashinuvi koeffisienti.

$a_v(z)$ - kontakt yuza

Bu yerda qaysi parrak modeli foydalanishiga qarab mavjud parrak pardani qancha yuqori hosil qilishiga qarab energiya ta'sirini ko'rishimiz mumkin.

Materialning pardadagi ulushi $\varphi(z)$ bo'lsin. Shunda "faol" issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan material miqdori φ ga proporsional.

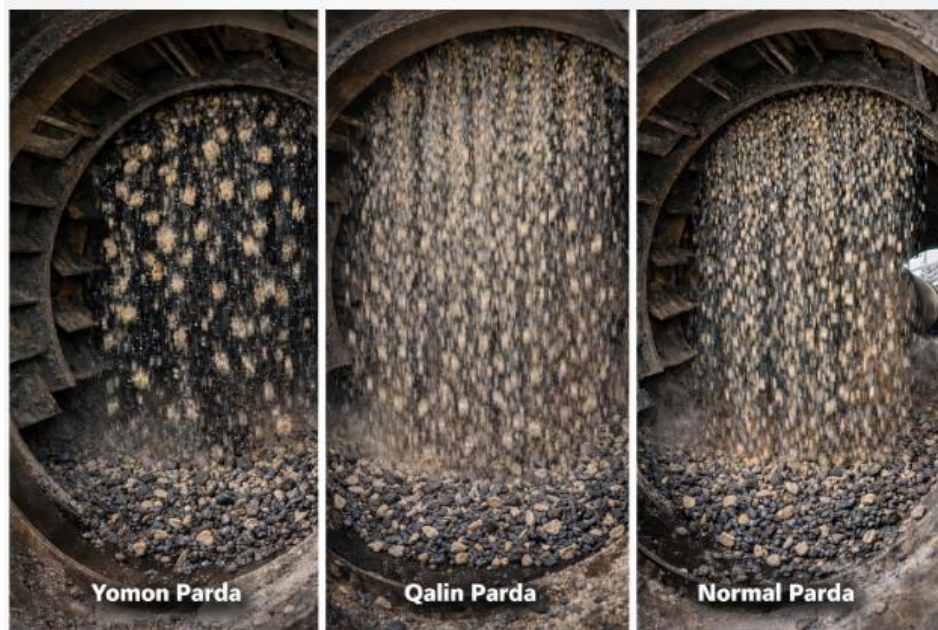
7. Kontakt yuza soddalashtirilgan parametrik ko'rinish:

$$a_v(z) = a_0 \varphi(z) \left(\frac{N_f(z) \cdot H_f(z)}{D} \right); (7)$$

N_f - qatordagi parraklar soni

H_f -parrak balandligi (m)

a_0 - kalibrlangan konstanta(baraban ichki sirt, pardaga chiqish koeffisienti, fraksiya shakliga bog'liq)



2- rasm. Baraban ichida inert material pardasi

Qarshi oqimli asfaltbeton zavodi quritish barabanida inert materiallarning quritilish samaradorligi baraban ichida hosil bo‘ladigan material pardasining holati bilan bevosita bog‘liq. Pardaning mavjudligi, zichligi va barqarorligi issiqlik almashinuvi mexanizmini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Yomon parda (parda hosil bo‘lmaslik holati)

Mazkur holatda inert materiallar baraban pastki qismida to‘planib, asosan dumalanish rejimida harakatlanadi. Material va issiq gazlar o‘rtasidagi kontakt yuzasi juda cheklangan bo‘lib, issiqlik almashinuvi asosan baraban devori orqali amalga oshadi. Natijada namlikning bug‘lanish tezligi past bo‘ladi, quritish vaqti uzayadi va yoqilg‘i sarfi ortadi. Ushbu holat texnologik jarayon nuqtayi nazaridan eng samarasiz rejim hisoblanadi.

Normal parda (barqaror parda holati)

Optimal parda hosil bo‘lganida inert materiallar parraklar yordamida ko‘tarilib, baraban kesimi bo‘ylab bir tekis tarqalgan holda erkin tushadi. Bu holatda issiq gazlar va material zarrachalari o‘rtasidagi kontakt yuzasi maksimal darajaga yetadi. Natijada konvektiv issiqlik almashinuvi intensivlashadi, namlik tez va bir tekis bug‘lanadi hamda materialning chiqish harorati barqaror bo‘ladi. Optimal parda quritish jarayonining energetik va texnologik jihatdan eng samarali holatini ta‘minlaydi.

Qalin parda (ortiqcha zich parda holati)

Qalin parda sharoitida inert materiallar juda zich qatlam hosil qilib tushadi va baraban ichida gaz oqimining erkin harakatiga qisman to‘sqinlik qiladi. Buning natijasida gaz

tezligi kamayadi, ayrim zonalarda issiqlik almashinuvi yomonlashadi va materialning qizishi notekis bo'lishi mumkin. Shuningdek, haddan tashqari zich parda quritish jarayonida chang hosil bo'lishi va texnologik barqarorlikning pasayishiga olib keladi. Shu sababli bu holat ham uzoq muddatli ekspluatatsiya uchun maqsadga muvofiq emas.

8. Konvektiv issiqlik berish

Gaz oqimi turbulentligiga bog'lab: Issiq gaz toshni qanchalik tez qizdiryapti shuni tahlil qilib tezlikni fizikada issiqlik berish koeffitsienti deb ataymiz va h bilan belgilaymiz.

$$h(z) = \frac{k_g}{D_h} N_u; \quad (8)$$

Bu yerda h — issiqlik berish koeffitsienti birligi: $W/(m^2 \cdot K)$. Gaz bilan material orasida harorat farqi bo'lsa, $1 m^2$ yuzadan qancha issiqlik o'tishini ko'rsatadi (z) yozilgan baraban bo'ylab gaz tezligi, harorat, turbulenti o'zgaradi shuning uchun (h) ham o'zgaradi.

k_g - gaz ning issiqlik o'tkazuvchanligi.

D_h - gaz yonganda harakat diametri taxminan baraban qiametriga teng.

N_u -Nusselt soni

$$N_u = C Re^m Pr^n; \quad (9)$$

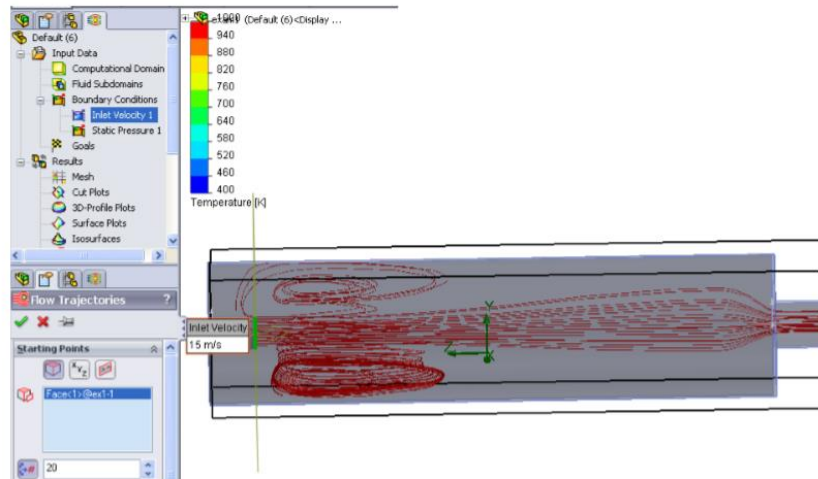
$$Re = \frac{\rho_g u_g D_h}{\mu_g}; \quad (10)$$

Bu yerda u_g -barabanda gazning o'rtacha tezligi, $D_h \approx D$ deb olish mumkin. C , m , n ni tajriba bilan tanlanadi yoki adabiyotdan. [7]

Amaliy holda: $h(z) = h_0 \varphi(z)$ deb ham olinadi, parrak pardani kuchaytirgan sari (h) ham oshadi.

N_u katta bo'lsa barabanda yoqilg'i sarfi kamayadi, chunki issiqlik samarali uzatiladi. Quritish vaqti qisqaradi baraban unumdorligi ortadi. Agar N_u kichik bo'lsa material yetarli darajada qizimaydi, namlik yaxshi chiqmaydi. Nusselt soni quritish barabanida issiqlik tarqalish samaradorligini ifodalaydi. Uning ortishi gaz oqimi tezligi, turbulentslik darajasi va material bilan gazning samarali aralashishi orqali erishiladi.

Bu xolatni dasturiy kompleksda ko'rib chiqish orqali yechim topamiz. Quyida SolidWorks dasturiy kompleksi orqali oqim trayektoriyalarini aniq tasvirlarda ko'rishimiz mumkin. Oqim trayektoriyalari uch o'lchamli gaz oqimining juda yaxshi tasvirini beradi. Ma'lumotlarni Excel ga export qilish orqali parametrlarni har bir trayektoriya bo'ylab qanday o'zgarishini ham ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari natijalarni SolidWorks mos yozuvlarni egri chiziqlari sifatida saqlashimiz mumkin. [8]



3-rasm. SolidWorks dasturida yuqori bosimli gaz alangasi xarakati.

Parrak o'zgartirishdan oldin va keyin bir xil sharoitlarda quyidagilar qayd etiladi:

- Gaz sarfi: Nm^3/soat va Nm^3/t (asosiy KPI).
- Chiqish gaz (stack) harorati, $^{\circ}\text{C}$ (pasayishi issiqlik almashinuvi yaxshilanganini ko'rsatadi).
- Inert chiqish harorati, $^{\circ}\text{C}$.
- Baghouse (filtr) ΔP va chang yuklamasi (agar o'lchov bo'lsa).
- Aralashma sifati: namlik belgilari, bir tekis qizish, bitum qoplash sifati.
- Ish unumdorligi: tph o'zgarishligi/saqlanishi.

Kutiladigan iqtisodiy samara (realistik diapazon)

Berilgan sharoitlarda (100 tph, 3% namlik, gaz, ΔP cheklov yo'q) to'g'ri Hududlash va Z2 da curtain flights qo'llash hisobiga odatda yoqilg'i sarfi 5–12% gacha kamayishi mumkin. Aniq natija mavjud parrak holati, stack harorati va veil sifatiga bog'liq.

Yakuniy konstruktiv chizma ishlab chiqishda baraban ichki qoplama (liner), mavjud tayanchlar, payvand choklari, harorat deformatsiyalari va servisga qulaylik (inspection) hisobga olinadi. Agar mavjud miks Hududining uzunligi va baraban rpm ma'lum bo'lsa, drop point va veil zichligini yanada aniqroq sozlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Huang B., Shu X., Vukosavljevic D. Laboratory investigation of asphalt plant energy consumption
// *Fuel*. — 2010. — Vol. 89(9). — P. 2305–2312.
2. Roberts F. L., Kandhal P. S., Brown E. R., Lee D.-Y., Kennedy T. W. *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction*. — 2nd ed. — NAPA, 2009.
3. Mujumdar A. S. *Handbook of Industrial Drying*. — 4th ed. — CRC Press, 2014.
4. Boateng A. A. *Rotary Kilns: Transport Phenomena and Transport Processes*. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2008.
5. Levy A., Borde I., Kalman H. Gas–solid flow and curtain formation in rotary drums // *Powder Technology*. — 2006. — Vol. 163. — P. 80–90.
6. Perry R. H., Green D. W. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. — 8th ed. — McGraw-Hill, 2008.
7. Çengel Y. A., Ghajar A. J *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications*. — 5th–6th ed. — McGraw-Hill, 2015–2020.
8. T. I. Askarxodjayev, A. X. Sarmonov Modeling of Asphalt Concrete Mixing Drum on Matlab® / Simulink®. INTERNATIONAL JOURNAL ON ORANGE TECHNOLOGY
Volume: 4 Issue: 9.