

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.15/31.08.2022.T.73.03 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

SARMONOV AZIZBEK XASHIMJONOVICH

**ASFALTBETON QORISHMA ISHLAB CHIQRISHDA ENERGIYA
TEJAMKOR TEXNOLOGIYANI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.02.03 –Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va
robototexnika tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTASIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent- 2023

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Sarmonov Azizbek Xashimjonovich

Asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyani takomillashtirish..... 3

Сармонов Азизбек Хашимжонович

Совершенствование энергосберегающих технологий при приготовлении асфальтобетонных смесей 23

Sarmonov Azizbek Xashimjonovich

Improvement of energy-saving technologies in the preparation of asphalt concrete mixtures..... 43

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ 49

List of published works

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.15/31.08.2022.T.73.03 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

SARMONOV AZIZBEK XASHIMJONOVICH

**ASFALTBETON QORISHMA ISHLAB CHIQRISHDA ENERGIYA
TEJAMKOR TEXNOLOGIYANI TAKOMILLASHTIRISH**

05.02.03 –Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTASIYASI
AVTOREFERAT**

Toshkent- 2023

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.1.PhD/T1753 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.tstu.uz) va "ZiyoNet" Axborot-ta'lim portaliga ("www.ziynet.uz") joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Askarxodjayev Tulkun Ishanovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Astanakulov Komil Dulliyevich
texnika fanlari doktori, professor

Axmedov Doniyor Anvarjonovich
texnika fanlari falsafa doktori (PhD),
dotsent

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/31.08.2022.T.73.03 raqamli Ilmiy kengashning 2023- yil «__» _____ soat ____ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lhilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (99871) 299-00-01, faks: (99871) 293-57-54 e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ ____ bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lhilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (99871) 299-00-01, faks: (99871) 293-57-54 e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2023- yil " ____ " _____ kuni tarqatildi.
(2023- yil «__» _____ dagi __-raqamli reyestr bayonnomasi).

A.A.Riskulov

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

K.Z.Ziyayev

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash ilmiy kotibi, PhD

Sh.P.Alimuhamedov

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi
Ilmiy seminar raisi,t.f.d., professor

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda iqtisodiyot tarmoqlarini raqobatbardoshligini oshirish, energiya va resurstejamkorlik ko'rsatkichlarni yaxshilash maqsadida qurilish sohasiga resurs tejamkor texnika va texnologiyalarni joriy etishga katta ahamiyat berilmoqda. Hozirda rivojlangan xorijiy mamlakatlarda qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish va ko'p maqsadli mobil zavod konstruksiyalarini yaratish orqali xom ashyo materiallari resursidan foydalanish samarasini oshirishga qaratilgan masalalar yetakchi o'rinni egallagan. Bu borada, jumladan, asfaltbeton zavodi tarkibidagi uskunalar konstruksiyasini takomillashtirish, ko'p fraksiyali resurstejamkor materiallarni yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda barcha toifadagi avtomobil yo'llarini turli iqlim sharoiti uchun issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqaruvchi zavodlar konstruktiv parametrlarini takomillashtirish va energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqirishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yo'nalishda, jumladan, asfaltbeton zavodining quritib aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlarini modernizatsiya qilish, energiya sarfini hisoblashda har bir (quritib-aralashtirish barabani, bitumni saqlash, uzatish va qayta ishlash) jihozlarida alohida bo'g'inli hisoblash usulini takomillashtirish, zamonaviy axborot texnologiyalarini boshqaruv tizimiga joriy etish orqali energiya harajatlarini kamaytirish va me'yorlashtirish, eng maqbul boshqaruv tizimini tanlash orqali ulardan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, asfaltbeton zavodining jihozlarida texnologik ish jarayonini hisoblashga mo'ljallangan quyi tizim matematik modelini takomillashtirish va inert materialni uzatish tizimlarida proporsionallikni ta'minlash dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda avtomobil yo'llari kengaytirish, mavjud inshootlar, yo'llar, aerodromlarni qurish, saqlash va ta'mirlash, yuqori samarali yo'l qurilish texnikalari, uskunalari asosida iqtisodiy, energetik va moddiy resurslarni tejash, texnik parametrlarini takomillashtirishga qaratilgan keng ko'lamli chora tadbirlar amalga oshirilmoqda. Buni asfaltbeton qoplamali magistral yo'llarni xizmat ko'rsatish muddatining ortishi bilan bir qatorda ushbu sohada ilmiy-tadqiqot va uslubiy ishlarni olib borishni rag'batlantiruvchi qator me'yoriy-huquqiy hujjatlarning qabul qilingani ham ko'rsatib turibdi. Jumladan, 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "...raqamli infratuzilmani yanada rivojlantirish orqali barcha aholi maskanlarini va ijtimoiy ob'yektlarni hamda magistral avtomobil yo'llarini keng polosali ulanish tarmoqlari bilan qamrab olish ..." ¹ ustivor vazifa sifatida alohida belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni bajarishda yo'l-qurilishda ko'p foydalaniladigan issiq asfaltbeton qorishmasi ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyani qo'llash va tadbir etish bilan bog'liq tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifadir.

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli Farmoni "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"//O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 06/22/60/0082-son, 16-maqсад

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”² gi, farmonida yo‘l xo‘jaligiga ilg‘or texnika-texnologiyalarni joriy etish masalasi ham 2017 yil 14 fevraldagi PF-4954- son “Yo‘l xo‘jaligini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora tadbirlari to‘g‘risida”³ gi, Farmonlari hamda 2018 yil 11 noyabrdagi PQ-4035-sonli “Avtomobil yo‘llarini qurish va ulardan foydalanish sohasida ishlarni tashkil etishning ilg‘or xorijiy uslublarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”⁴ gi Qarori ijrosini ta‘minlashga hamda mazkur faoliyat sohasida qabul qilingan boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi. Hozirgi kunda Respublikamizda avtomobil yo‘llari tarmog‘ini kengaytirish, mavjud inshootlar, yo‘llar, aerodromlarni saqlash va ta‘mirlash, yuqori samarali yo‘l qurilish texnikasi, uskunalari asosida moddiy, energetik va mehnat resurslarini tejash, energiya tejamkor texnologiyalarni takomillashtirish va nazariy hisoblashga qaratilgan keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II “Energetika, energiya va resurs tejamkorlik” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Jahonda issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda sarf bo‘ladigan energiyani tarqalishi va jihozlarini uzoq muddat ishlashi, ish unumdorligini oshirishga sabab bo‘ladigan parametrlarni hisoblash jarayoni bo‘yicha tadqiqotlar jahonning yirik tadqiqotchilari Anderson-Sköld, Yvonne; Anderson, Karin; Bo, Lind; Claesson, Anna; Larsson, Lennart; Avlasova N.M., Vorobyev V.A., Kotlyarskiy E.V., Alekseyev V.M., Tixomirov V.M., Fomin C.B., V.I.Kolishev, P.P.Kostin, V.V.Silkin va boshqalar tomonidan tadqiqot ishlari olib borilgan.

Mamlakatimiz olimlaridan T.I.Askarxodjeyev, Z.T. Maksudov, A.A.Abdurazzokov va boshqalar tomonidan asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda ish unumdorligi yuqori va energiya sarfi kam bo‘lgan texnologiyalarni yaratish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar o‘tkazilgan va ma‘lum darajadagi ijobiy natijalarga erishilgan. Ammo tadqiqotlarda issiq asfalt qorishma ishlab chiqarishda quritish barabani, bitum tashiluvchi quvurlarida energiya sarfi va bitumni qayta ishlashda energiya xarajatlari hisoblanmagan.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda sarflanadigan yoqilg‘i miqdori yilning barcha davrida bir xil bo‘lmaydi, yani atrof-muhit haroratining o‘zgarishi yoki yomg‘ir yog‘ishi natijasida inert material namligi ortadi natijada yoqilg‘i sarfi ortadi. Hozirgi vaqtda mazkur tadqiqotlardan kelib chiqqan holda asfaltbeton zavodlarining quritib aralashtiruvchi barabanilarini takomillashtirish borasida izlanishlar olib borish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Olib borilgan avvalgi tadqiqotlarda taklif etilgan konstruktsiyalar quritib aralashtiruvchi barabani ratsional parametrlarini tanlash va tanlangan

² <https://lex.uz/uz/docs/-5841063>

³ <https://lex.uz/docs/-3114302>

⁴ <https://lex.uz/docs/-4082591>

sxemalarni tahlil qilish, alohida qismlar (quritish, qizdirish va aralashtirish) uchun matematik modellar tuzish va ularni axborot texnologiyalaridan foydalanib, kompleks hisoblash usuli to'liq ishlab chiqilmagan. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda yoqilg'i sarfi tarkibiga texnik jihozlar bitumni transport vositasidan tushirib olish, qayta ishlash, qizdirish, qizigan holatda saqlab turish va quritish barabanida sarf xarajatlari tarkibiga kiritilmagan. Olinadigan natijalarning ishonchligi va obyektivligini ta'minlash uchun sinovlar ekspluatatsion sharoitlarga imkon qadar yaqin sharoitlarda o'tkazilishi kerak.

Dissertasiya tadqiqotining dissertasiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertasiya tadqiqoti Toshkent avtomobil yo'llarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiyasi institutining №177/2017 xo'jalik shartnomasi "Chori Mega Montaj" ma'sulyati cheklangan jamiyatga qarashli asfaltobeton zavodida asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda energiya resurslarini sarflash me'yorlari, №137/2016 xo'jalik shartnomasi «Qurilish va obodonlashtirish» unitar korxonasiga qarashli DS-508 markali asfaltbeton zavodida asfaltbeton qorishmalarini zavod sharoitida tayyorlashda energiya resurslarini sarflash me'yorlari va Avtomobil yo'llar ilmiy-tadqiqot instituti IQN 80-2012 «Asfaltbeton qorishmalarini zavod sharoitida tayyorlashda energiya resurslarini sarflash me'yorlari». DAK «Uzavtoyol», T., 2012 y., idoraviy qoida va me'yorlar doirasidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyani takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

asfaltbeton zavodlarida quritish barabaning ish jarayoni va tuzilish konstruksiyasi o'zgarishi hisobiga, energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarni taxlil qilish;

issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda quritish barabani, bitumni qayta ishlash, uzatish va qizdirilgan holatda saqlash jihozlarida energiya sarfini aniqlash uslubini ishlab chiqish;

quritish barabani ichida issiqlik tarqalishini modellashtirish va eksperimental tadqiq etish;

asfaltbeton zavodlarda energiya tejamkor quritib-aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlarini asoslash;

quritib-aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlarini ishlab chiqarish texnologiyasi o'zgarishi xisobiga ish unumdorligini baholash hamda iqtisodiy samarasini aniqlash va keying tadqiqotlar uchun tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida CHA-80 markali asfaltbeton zavodi quritib aralashtirish barabani olingan.

Tadqiqotning predmetini CHA-80 markali asfaltbeton zavodi quritib qorishma tayyorlash barabanini texnik iqtisodiy samaradorligini baholovchi ko'rsatkichlar hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda nazariy va amaliy mexanika qoidalari, tizimli tahlil uslublari, matematik modellashtirish, Neuman va Dirichlet metodlari, chekli elementlar usuli shuningdek, tajribalarni rejalashtirish usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarni hisobga olgan xolda quritish barabaniga quritib-aralashtirish barabani parametrlarini asoslash orqali asfaltbeton zavodi konstruksiyasi takomillashtirilgan;

atrof-muhit harorati va inert material namligini xisobga olgan xolda bitumni qayta ishlash, uzatish va qizdirilgan xolatda saqlab turish jixozlari energiya sarfini inobatga olib, asfalt ishlab chiqarishdagi energiya sarfini aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

quritib-aralashtirish barabanidagi issiqlik oqimini tekislikning uch o'qi bo'yicha tarqalishini Eyler usuli yordamida aniqlash matematik modeli takomillashtirilgan;

energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarga asoslanib asfaltbeton zavodining ishlab chiqarish texnologik jarayoni va quritib-aralashtirish barabani geometrik parametrlari qiymatlari tizimli tahlil uslubi yordamida takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Asfaltbeton zavodining konstruksiyasi o'zgarishi natijasida har bir tonna asfalt ishlab chiqarishda vaqt tejaladi natijada ish unumdorlik oshirilgan;

Atrof-muhit harorati va inert material namligini hisobga olgan xolda asfalt ishlab chiqarishdagi yenergiya sarfini aniqlash uslubi ishlab chiqilgan;

Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda boshqaruv tizimi avtomatlashtirilishi natijasida katta xajmdagi yoqilg'i va yuqori bosimli gaz talab etilmasligi asoslangan;

Energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarga asoslanib asfaltbeton zavodining ishlab chiqarish texnologik jarayoni takomillashtirilgan;

Inert materialni 160-180 °C ga qizdirilmasdan 150-160 °C ga qizdirilish va elevatorda tashilmasligi natijasida yoqilg'i sarfi 16 % gacha tejalgan;

Qizdirish va aralashtirish jarayoni barabanda amalga oshiridishi natijasida frezalangan asfalt materialini qayta ishlash imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tadqiqot natijalarining ishonchliligi o'tkazilgan ilmiy va amaliy tadqiqotlar issiqlik texnikasi, matematik modellashtirish va mashinalar nazariyasi fanlarining qonun va qoidalariga asoslanganligi, zavod sharoitida o'tkazilgan tajriba ishlarida zamonaviy uslub va vositalar qo'llanilganligi, nazariy jihatdan olingan natijalarning amaliyotga joriy etilganligi hamda vakolatli tashkilotlar tomonidan tasdiqlanganligi, olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan, hisoblash dasturlari va tadqiqot ishida ishlab chiqilgan uslublar, tuzilgan algoritmlar va olingan natijalarning ishonchliligi analitik masalalar yechimi bilan solishtirish orqali izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati asfaltbeton zavodlarida quritish barabaning ish jarayoni va tuzilish konstruksiyasi o'zgarishi hisobiga, energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarning bog'liqlik qonuniyatini hamda asfaltbeton zavodining quritib aralashtiruvchi barabanida uch o'q bo'yicha issiqlik tarqalishi MATLAB dasturiy kompleksida hisoblashning matematik modellari ishlab chiqilganligi, shuningdek, quritib-aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlarini ishlab chiqarish texnologiyasi o'zgarishi xisobiga asfaltbeton

zavodlarda energiya tejamkor quritib-aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlari asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati quritish barabani, ikki texnologik jarayonni bajarib quritib-aralashtirish vazifasini bajaradigan baraban konstruksiyasini ishlab chiqish va amaliyotga tadbiq etishdan iborat. Boshqaruv tizimi avtomatlashtiriladi ya'ni inert materialni uzatish va bitum uzatish tizimi issiq asfalt xaroratiga bog'liq ravishda boshqarilishi zavod ish unumdorligini oshiradi, bu esa o'z navbatida issiq asfalt qorishma tannarxini sezilarli kamaytirish imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyalarni yaratish va qo'llash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida:

energiya sarfiga ta'sir qiluvchi omillarni hisobga olgan holda takomillashtirilgan asfaltbeton zavodi konstruksiyasi Chori Mega Montaj MCHJ ishlab chiqarish jarayoniga tadbiq etilgan. (Chori Mega Montaj MCHJ ning 2020 yil 10 noyabrdagi dalolatnomasi). Natijada issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkorlikka va ish unumdorlik 20 % ortishiga erishildi.

atrof-muhit harorati va inert materiallar namligi inobatga oluvchi energiya sarfini aniqlash uslubi Avtomobil yo'llari qo'mitasida IQN 80-2012 me'yoriy hujjatiga joriy etilgan (Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2023 yil 13 fevraldagi №02-636 son malumotnomasi). Natijada, turli iqlim sharoitlari uchun asfaltbeton zavodlarining yonilg'i sarfi me'yorini aniqlash imkoni yaratilgan.

asfaltbeton zavodining ishlab chiqarish texnologik jarayoni va quritib-aralashtirish barabani geometrik parametrlari qiymatlari Chori Mega Montaj MCHJ da tadbiq etilgan (Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2023 yil 13 fevraldagi №02-636 son malumotnomasi). Natijada, quritib-aralashtirish barabanidagi yonilg'i sarfi 16 % gacha tejalishiga olib kelgan.

Tadqiqot natijalarining aprobeasiyasi. Tadqiqotning natijalari 2 ta xalqaro, 4 ta respublika va 3 ta oliy o'quv yurtlariaro ilmiy-amaliy anjumanlarda qilingan ma'ruzalarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan, 6 ta ilmiy maqola O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda, shu jumladan 4 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan.

Dissertasiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 93 betni tashkil etadi.

DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

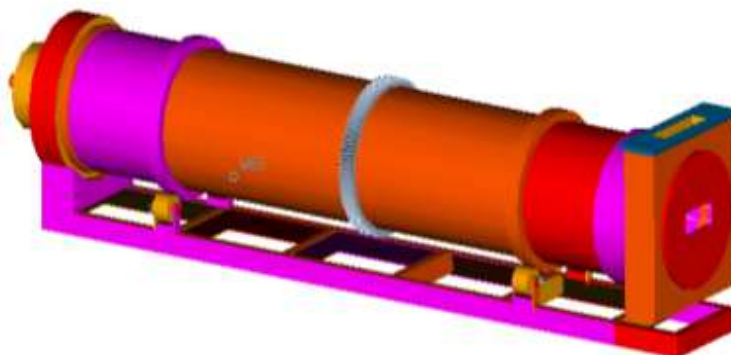
Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari shakllangan, ob'yekti va predmetlari tavsiflangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va asosiy natijalari bayon qilingan, tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan,

olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish va aprobasiyasi, shuningdek, nashr etilgan ishlar va dissertasiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertasiyaning **“Muammoning qo'yilishi. asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqaruvchi zavodlar tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida mavjud asfaltbeton zavodlarining konstruksiyalari, quritib aralashtiruvchi baraban va ularning turlari, asfaltbeton korishma ishlab chikarishda yonilgi sarf me'yorlarining tasnifi va tarkibi, ish unumdorligi va ishlash sharoiti har xil bo'lgan asfaltbeton zavodlari bilan tanishish va ularga qo'yilgan talablar; turli davlatlarda ishlab chiqarilgan zavodlar va ularni ishlash prinsipi masalalariga bag'ishlangan ilmiy tadqiqotlarning chuqur tahlili ko'rsatilgan.

Asfaltbeton zavodlari asosan to'xtovsiz ishlash xususiyatiga ega bo'lib, natijada yuqori ish unumdorlikga va energiya tejamkorligiga erishish mumkin. To'xtovsiz ishlaganda zavodning barcha agregatlari bir-birini to'ldiruvchi vazifasini bajaradi, chunki inert materialni dozalab quritib-aralashtiruvchi barabanga uzatadi, elevator orqali aralashtirgichga uzatiladi va aralashtirgichda issiq inert material, bog'lovchi vazifasini bajaruvchi bitum va mineral kukun qizdirilgan holda aralashtiriladi.

Quritish barabanida mineral materiallarni kuritish jarayoni uch bosqichga ajratish mumkin. Ular material va namni qizdirish, materialni quritish (namni bug'latib yuborish), quritilgan materialni ishchi haroratigacha qizdirish. Shunga binoan quritish barabani uchta texnologik xududga bo'linadi.



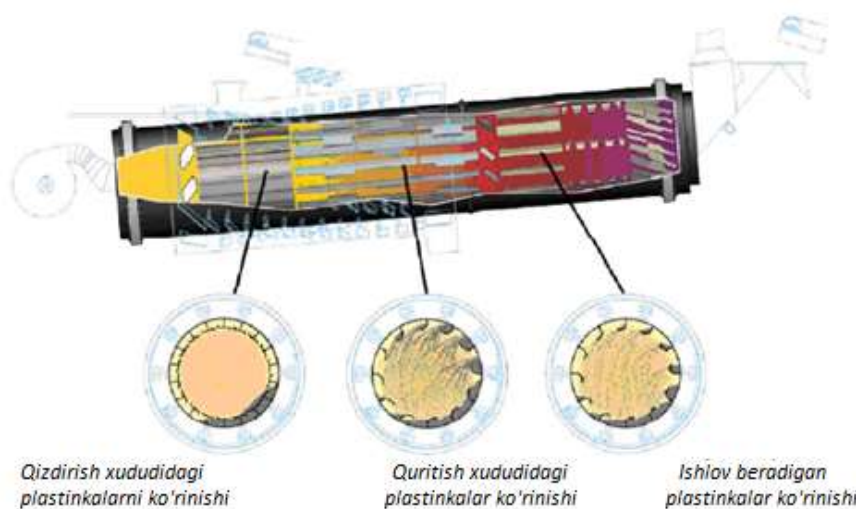
1-rasm. Quritish barabanini

Boshqa zavodlardan asosiy farqi quritib aralashtiruvchi koaksial baraban termos shaklidagi ikkita barabandan iborat. Ikkinchi baraban bilan birinchi baraban o'rtasida qizdirilgan tosh materiallari, bitum va mineral kukun birgalikda aralashtiriladi.



2-rasm. “DOUBLE BARREL” tipidagi quritib aralashtiruvchi baraban

Qizdirilgan materiallarni yoki tayyor maxsulotni haroratini o‘lchashda IK-datchik (pirometr) dan foydalaniladi. Pirometrlar masofadan turib istalgan haroratni o‘lchash qobilyatiga ega. Biz taklif qilayotgan gorelka universal bo‘lib gaz, mozut va dizel yoqilg‘isidan foydalanish mumkin. 1 t asfalt ishlab chiqarish uchun 5-6 l yoqilg‘i sarflanadi bunda, quyidagi shartlarni inobatga olishimiz kerak: (namlik 4-5 %), agar xarorat pastroq (100°C kam bo‘lganda) bo‘lsa 7,5 l gacha sarflanishi mumkin.



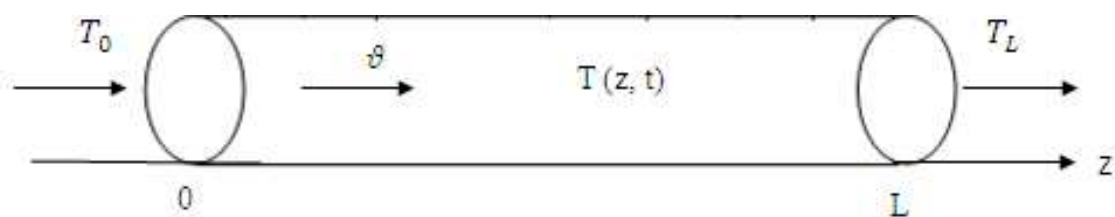
3-rasm. Quritish barabanini xududlardagi plastinkalar ko‘rinishi

Hozirgi kunda mavjud asfaltbeton zavodlarining aksariyatida mikroprocessor boshqaruv sistemalari qorishma tayorlash bo‘yicha texnologik jarayonlarni hammasini uzluksiz rejimda nazorat qilish imkonini beradi, qorishmaning boshqa turlarini ishlab chiqarishga tez moslasha oladi. Asfaltbeton zavodlarning bloklardan iborat konstruksiyasi qisqa muddatda montaj qilish imkonini beradi. Qism va agregatlarining gabarit o‘lchamlari avtomobil va temir yo‘l transportida tashishga mos, boshqaruv pultlari mikroprocessorlar bilan jihozlangan, buyurtmachiga to‘la o‘rnatilgan holda yetib boradi, dunyoning yirik kompaniyalari o‘z tadqiqotlarida ko‘proq ahamiyat beradi.

Issiq asfalt qorishma ishlab chiqarishda sarflanayotgan energiya manbalaridan foydalanishda tejamkorlikka erishish masalalari, dunyoning rivojlangan davlatlarida ishlab chiqarilgan asfalt zavodlari taxlili va ularda yoqilg'i sarfini aniqlash metodikalari taxlil qilingan.

Dissertasiyaning **“Quritib aralashtiruvchi baraban asosiy konstruksiyasi va texnologik parametrlarini tanlash hamda hisoblash”** deb nomlangan ikkinchi bobida quritib aralashtiruvchi barabanda issiqlik oqimini matmematik modellashtiri, quritish barabanidagi issiqlik tarqalishini MATLAB/Simulink kompleksida modellashtirish va Asfaltbeton qorishmalari uchun yoqilg'i sarfini hisoblash metodikasi ishlab chiqilgan.

Quritib-aralashtirish barabanidagi masala xaqiqiy jarayonni yetarlicha aniqlik bilan matematik munosabatlar orqali ifodalash mumkin bo'lsa, bu masalani matematik model qurish yordamida yechish mumkin bo'ladi. Masalani bu usulda yechish matematik modellashtirish jarayoni deb ataladi. Biz birinchi navbatda quritish barabanida issiqlik oqimi bo'yicha matematik ifodani taxlilini ko'rib chiqamiz.



4-rasm. Quritish barabanidagi issiqlik oqimini sxematik ko'rinishi

Bunda radiusi R bo'lgan barabandan o'zgarmas ϑ tezlik bilan issiq xavo oqimi oqmoqda (1-rasm). Tashqaridagi tashqi harorat o'zgarmas, baraban ichidagi haroratdan ancha past. Ma'lumki, bu issiq xavo oqiminingning temperaturasini isitishga xizmat qiladi. Bu yerda $T(z, t)$ – vaqt birligi ichidagi temperaturaning o'zgarishi.

Tashqariga sarf bo'ladigan issiqlik energiyasi esa quyidagicha:

$$Q_s = k\Delta TS, \quad (1)$$

Bu yerda, k - baraban devorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $\Delta T = T - T_{tas\ \square\ qi}$, ichki va tashqi temperatura farqi, S – baraban to'la sirtining yuzasi;

Shuningdek issiqlik miqdorining muvozanat tenglamasi quyidagicha:

$$\frac{d}{dt} \int_z^{z+\delta z} T(z, t) \rho c \pi R^2 \delta z = q(z, t) \pi R^2 - q(z + \delta z, t) \pi R^2 - k(T - T_{tas\ \square\ qi}) 2\pi R \delta z \quad (2)$$

Agar $\delta z \rightarrow 0$ ga intilsa, u holda tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$\rho c \frac{dT}{dt} = - \frac{dq}{dz} - \frac{2k}{R} (T - T_{tas\ \square\ qi}) ; \quad (3)$$

Agar issiqlik miqdorini (q) temperaturaga (T) bog'liqlik tenglamasi orqali matematik ifodalay olsak, ya'ni issiqlikning tarqalishi konveksiya va diffuziya orqali hosil bo'lishi:

$$q = \nu \rho c T - \alpha \frac{dT}{dz} ; \quad (4)$$

Bu yerda (3) ifodaga (4) ifodani qo'syak, issiqlik oqimining z o'qi bo'yicha o'zgarish xususiy xosilali diferensial tenglamasini hosil qilamiz:

$$\rho c \frac{dT}{dt} + \nu \rho c \frac{dT}{dz} = \alpha \frac{d^2 T}{dz^2} + \frac{2k}{R} (T - T_{tas\ \square\ qi}) ; \quad (5)$$

bu yerda:

R- baraban radiusi,

ρ - baraban ichidagi material zichligi,

c - moddaning issiqlik sig'imi,

ν - inert material tezligi, ; α - diffuziya koeffitsiyenti,

Agar barabandagi havoning tarqalishida diffuziya sodir bo'lmaydi deb (5) tenglamani soddalashtirilsa, u holda quyidagi tenglama ko'rinishida bo'ladi:

$$\rho c \frac{dT}{dt} + \nu \rho c \frac{dT}{dz} + \frac{2k}{R} (T - T_{tas\ \square\ qi}) = 0 \quad (6)$$

Matematik modellashtirish oqali quritib-aralashtirish barabanida sarf bo'ladigan energiyaga ta'sir qiluvchi faktorlarni xammasini ta'sirini ko'rish imkoniyati yo'q. Shuning uchun ko'rilayotgan masala orqali issiqlik tarqalishini uch o'q bo'yicha emas, soddaroq ko'rinishga keltirish uchun bir o'q orqali tarqalishini tahlil qilib o'rgandik.

Boshlang'ich shartida quritish barabanidagi havo oqimi temperaturasi va tashqi muxit xaroratii bir xil bo'ladi. Biroq qisqa vaqt mobaynida baraban ichidagi harorat maksimal qiymatga erishadi

$$\frac{\partial T}{\partial z} + \frac{1}{\nu} \frac{\partial T}{\partial t} + k(T - T_{tashqi}) = 0 , \quad 0 \leq z \leq \quad (7)$$

Bu yerda $k = \frac{2K}{\rho \nu c R}$ ga teng

Yuqorida keltirilgan (7) differensial tenglamani, Eyley usulidan foydalanib, quyidagi (8) ifodani keltirib olamiz:

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = -\left(\frac{\nu}{h} + k\right) T_i + \frac{\nu T_{i-1}}{h} + \nu k T_{tashqi} \quad (8)$$

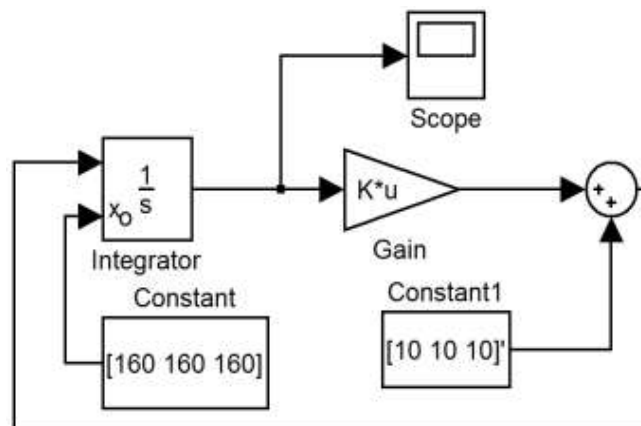
Bu matematik ifodani, chekli ayirmalar usulidan foydalangan holda, N ta bo'laklarga ajratilgan ko'rinishda ifodalaymiz, ya'ni:

$$\begin{array}{l}
 i=1 \quad \frac{\partial T_1}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_1 + \frac{vT_0}{h} + kT_{tashqi} \\
 i=2 \quad \frac{\partial T_2}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_2 + \frac{vT_1}{h} + kT_{tashqi} \\
 i=3 \quad \frac{\partial T_3}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_3 + \frac{vT_2}{h} + kT_{tashqi} \\
 \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 i=N \quad \frac{\partial T_N}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_N + \frac{vT_{N-1}}{h} + kT_{tashqi}
 \end{array} \quad (9)$$

(9) tenglamalar sistemasini matrisa ko‘rinishida ifodalab, uni quyidagi belgilashlar orqali ifodalaymiz, ya’ni:

$$\frac{dT}{dt} = AT + b \quad (10)$$

tenglamaning sonli yechimlarini olish uchun Matlab®/Simulink® dasturiy kompleksidagi *Gain*, *Constant*, *Integrator*, *Sum* va *Scope* bloklaridan foydalanib uning modelini yaratamiz.



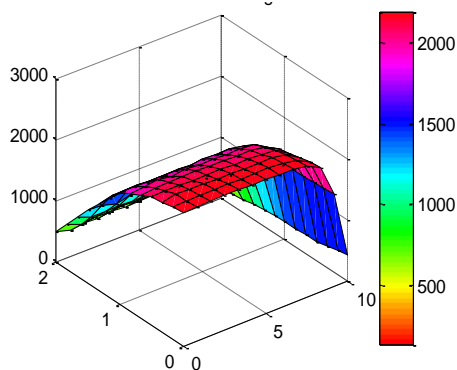
5-rasm. Quritish barabanini Matlab/Simulink dasturiy kompleksida temperatura o‘zgarishini hisoblash modeli

Bu yerda Gain bloki ichidagi K, A matrisani va U esa temperaturani bildiradi.

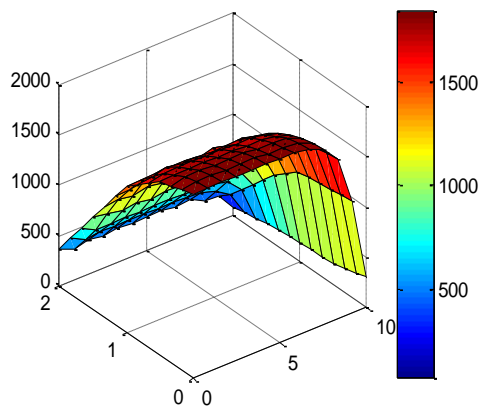
Energiya sarfi miqdorini aniqlashda imitasion modellardan foydalanib bir nechta holatlarni o‘rganib chiqish mumkin.

Dissertasiyaning “**Eksperimentlar va tahlillar**” nomli uchinchi bobida Asfaltbeton zavodining quritib aralashtiruvchi barabanidagi issiqlik oqimini MATLAB/Simulink kompleksida modellari orqali sonli yechimlari olingan.

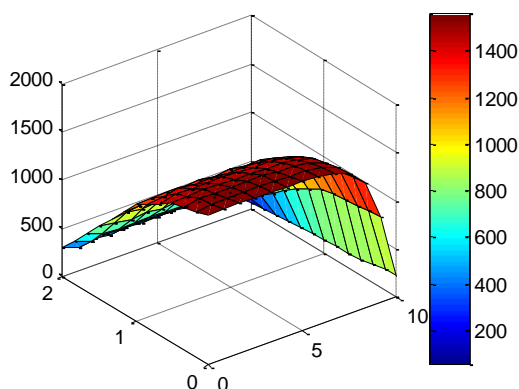
Asfaltbeton zavodining quritib aralashtiruvchi barabanidagi issiqlik oqimini MATLAB kompleksini pdeool bo‘limidagi yaratilgan model orqali issiqlik o‘tkazish jarayoni issiqlik o‘tkazuvchanligi 0,4; 0,8; 1,2; 1,4 ga teng bo‘lgan hollarda ko‘rib chiqamiz .



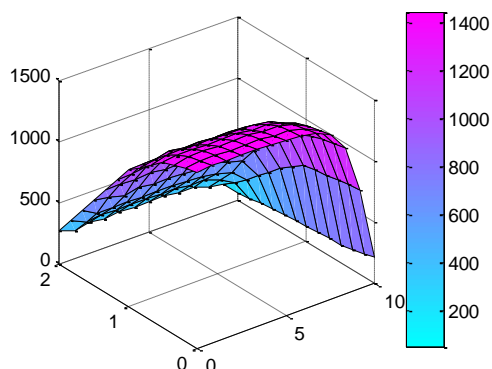
A-rasm



B-rasm



C-rasm



D-rasm

6-rasm. Barabandagi issiqlik oqimini tarqalishi uch o'lchovli ko'rinishi

Bu yerda:

A-rasmda $K=1,4$ ga teng

B-rasmda $K=1,2$ ga teng

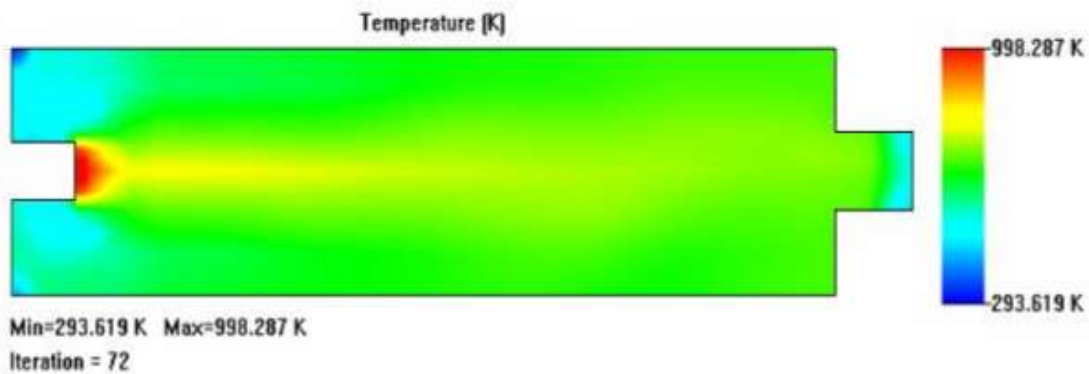
C-rasmda $K=0,8$ ga teng

D-rasmda $K=0,4$ ga teng

Bu olingan sonli yechimlarni grafigi orqali temperatura tarqalish jarayonini xatoliklari va polinomial tenglamalari keltirib chiqarilgan. Asfaltbeton zavodining quritib aralashtiruvchi barabanida bir tonna asfaltbeton qorishmasini tayorlashda quritib aralashtiruvchi barabanga ketadigan energiya miqdori va energaya sarfini hisoblash metodikasi yoritilgan;

Quritish-aralashtirish barabani modelini kompyuter simulyatsiyasi natijasi:

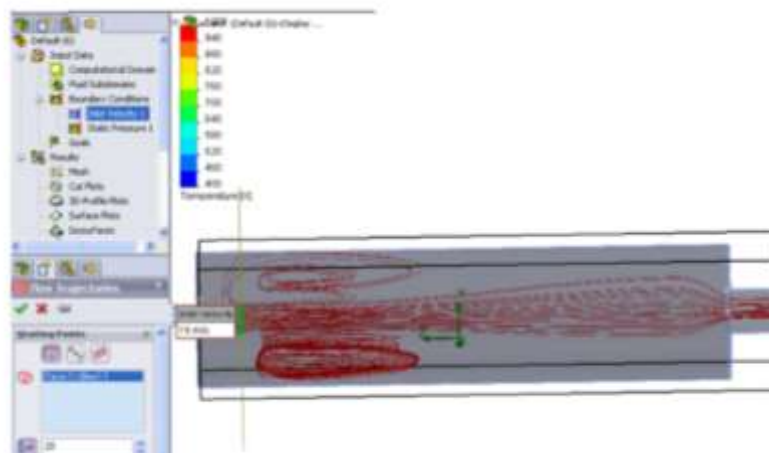
Hisoblash boshlangandan va bir nechta takrorlash tugagandan so'ng yechim asboblar panelidagi to'xtatib turish tugmasi bosiladi. Agar berilgan masala murakkab bo'lsa kuzatuv panellari orqali nazorat qilib turish imkonini beradi. Natijalarni kuzatuv panellari orqali uch o'lchamli modelida kechayotgan jarayonni kuzatib turish imkoniyatiga egamiz.



7-rasm. Quritish barabanida issiqlik tarqalishi boshlanishi

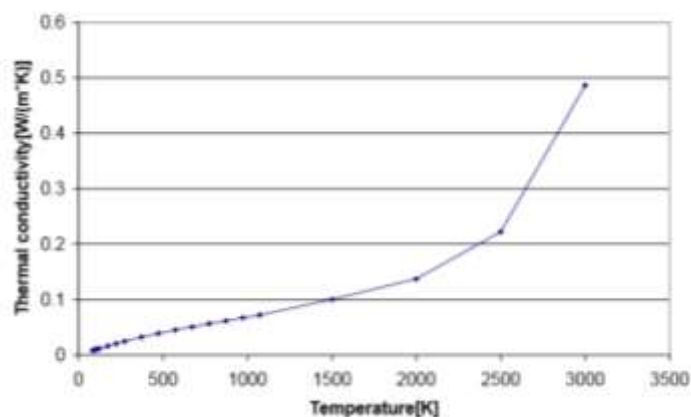
Ko‘rib chiqish natijalarni hisoblash paytida ishlayotganda ko‘rib chiqish imkonini beradi. Bu esa chegaraviy shartlarini to‘g‘ri o‘rnatilganligini aniqlashga yordam beradi va foydalanuvchilarga dastlabki bosqichda ham yechim qanday ko‘rinishi haqida ma‘lumot beradi. Ishning boshida natijalar boshqacharoq ko‘rinishi yoki o‘zgarishi mumkin. Lekin ishlash davomida o‘zgarishlar kamayadi va natijalar birlashtirilgan yechimga asoslanadi.

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.

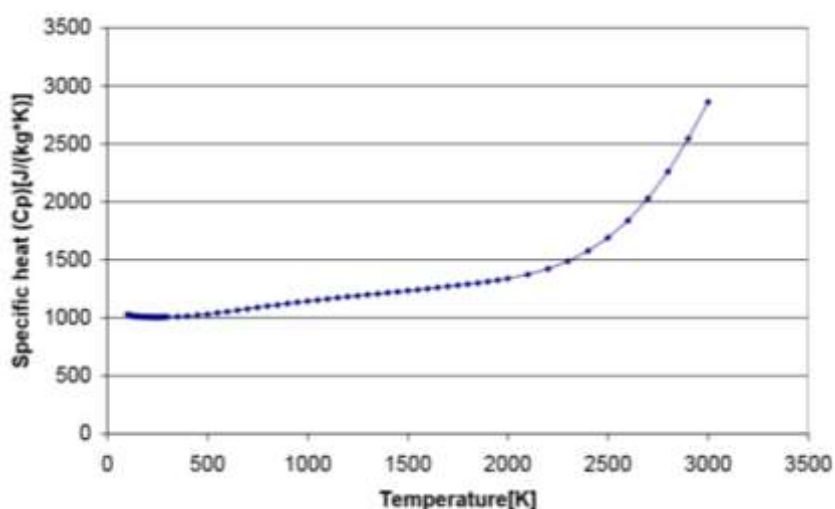


8-rasm. SolidWorks dasturida yuqori bosimli gaz alangasi harakati.

Berilgan shartlar va vazifa bo‘yicha yechimi vizual kuzatuvlardan tashqari grafik ko‘rinishda ham olish mumkin.



9-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanlik grafigi



10-rasm. Maxsus issiqlik nisbati

Solid Works dasturiy kompleksida kompyuter simulyatsiyasi yordamida quritib-aralashtirish barabani ichidagi issiqlik tarqalishi va baraban issiqlik o'tkazuvchanlik bo'yicha grafik ma'lumotlari keltirilgan. Shuningdek: SolidWorks dasturiy ta'minot to'plamining Flow Simulation bo'limida issiqlik taqsimotini tahlil qilish orqali olingan.

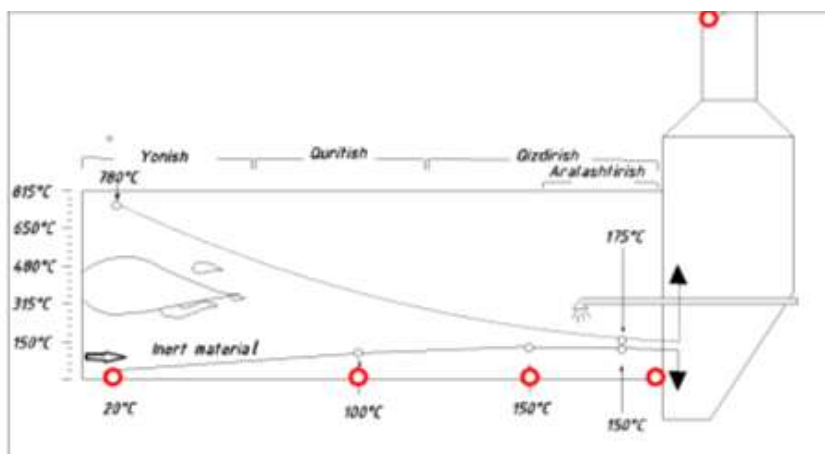
Avvalombor sinovlarni olib borish uchun biz taklif qilgan energiya tejankor texnologiyada asosiy energiya sarf bo'ladigan quritish barabani sarflanayotgan energiyani manbalarini ko'rib chiqamiz.



11-rasm. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya sarfi

- **Inert materialni quritish va qizdirishda energiya sarfi**—quritish barabanini qizdirish, inert materialni quritish va qizdirishga sarf boʻladigan energiya .
- **Baraban devorlari orqali atrof-muhitga issiqlik energiyasini yoʻqotilishi sarfi**-quritish barabani devorlari orqali tashqi muhitga issiqlikni tarqalishi.
- **Baraban moʻrisidan chiqib ketayotgan gazlar bilan birgalikda issiqlikning yoʻqotilishi** –Baraban moʻrisidan chiqib ketayotgan gazlar bilan birgalikda issiqlikning yoʻqotilishi (mexanik va kimyoviy toʻla yonmaslikni xisobga olgan holda);
- **Bitumni qizdirish va tayyorlash uchun energiya sarfi** – bitumni qizdirish, tashish va tushirishda sarf boʻladigan energiya

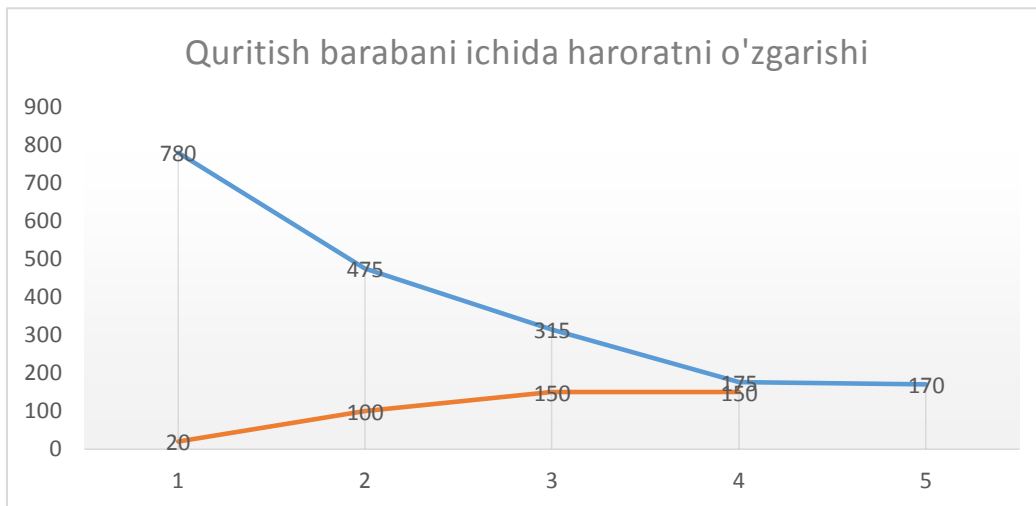
Bu tizimdan koʻrinib turibdiki quritib-aralashtirish barabani devorlaridan issiqlik energiyasini atrof muhitga tarqalishi va baraban moʻrisidan issiqlikni tashqi muhitga chiqib ketishi salbiy natijalarini bartaraf qilish orqali energiya tejamlorlikka erishamiz. Bunda xaroratni oʻlchash qurilmalarimiz quritib aralashtirish barabanining quyidagi nuqtalariga oʻrnatiladi.



12-rasm. Quritish barabaniga oʻlchov qurilmalari oʻrnatish nuqtalari

1-jadval

№	Nomi	1-nuqtada	2-nuqtada	3-nuqtada	4-nuqtada	5-nuqtada
1	Baraban ichidagi xarorat °C	780	475	315	175	170
2	Inert material xarorati °C	20	100	150	150	-



13-rasm. Quritish barabani ichidagi haroratni o'zgarishi

Dissertasiyaning “**Taklif qilingan texnologiyani texnik va iqtisodiy samaradorlik**” nomli to‘rtinchi bobi tadqiqot natijalari va ularni tahlil qilish, sinovdan o‘tkazish, amalga oshirish va texnik-iqtisodiy samaradorlikni baholashga bag‘ishlangan. Biz taklif qilgan texnologiyani tarkibiy qismlari, boshqa mavjud texnologiyalardan farqi keltirilgan

Bir tonna inert materialni (qum va shag‘al) boshlang‘ich temperaturasi ish temperaturasigacha qizdirish uchun zarur bo‘lgan to‘liq issiqlik sarfi

$$E_{\varepsilon} = E_{um} + E_5 + E_6 + E_7 = 169,4 + 176,6 + 16,9 + 1,45 = 364 \text{ MJ/t} \quad (11)$$

$$4.2.12. \text{ Gaz miqdori} \quad B = \frac{E_{\varepsilon}}{q_{gaz}} = \frac{364}{34,2} = 10,6 \text{ m}^3 \quad (12)$$

$$\text{Mazut miqdori} \quad B = \frac{E_{\varepsilon}}{q_{mazut}} = \frac{364}{40} = 9,1 \text{ kg} \quad (13)$$

bu yerda: q —1 kg (m^3) yonilg‘ining barabanda yonishdan chiqqan issiqlik miqdori;

1 kg mazut yonishidan 9590 kcal yoki 40 MJ energiya ajralib chiqadi;

1 m^3 gazni yonishdan 8190 kcal yoki 34,2 MJ energiya ajralib chiqadi;

bir tonna bitum uchun keltirilgan xolatda yonilg‘i gaz sarfi m^3 quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$A_{gaz} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)/q_{gaz} = (43.45 + 289.96 + 197.27 + 131.8 + 352 + 0.033 + 1.23)/34.3 = 29.6 \text{ m}^3/t$$

bir tonna bitum uchun keltirilgan xolat uchun mazut sarfi

$$A_{mazut} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)/q_{mazut} = (43.45 + 289.96 + 197.27 + 131.8 + 352 + 0.033 + 1.23)/40 = 25.39 \text{ kg /t}$$

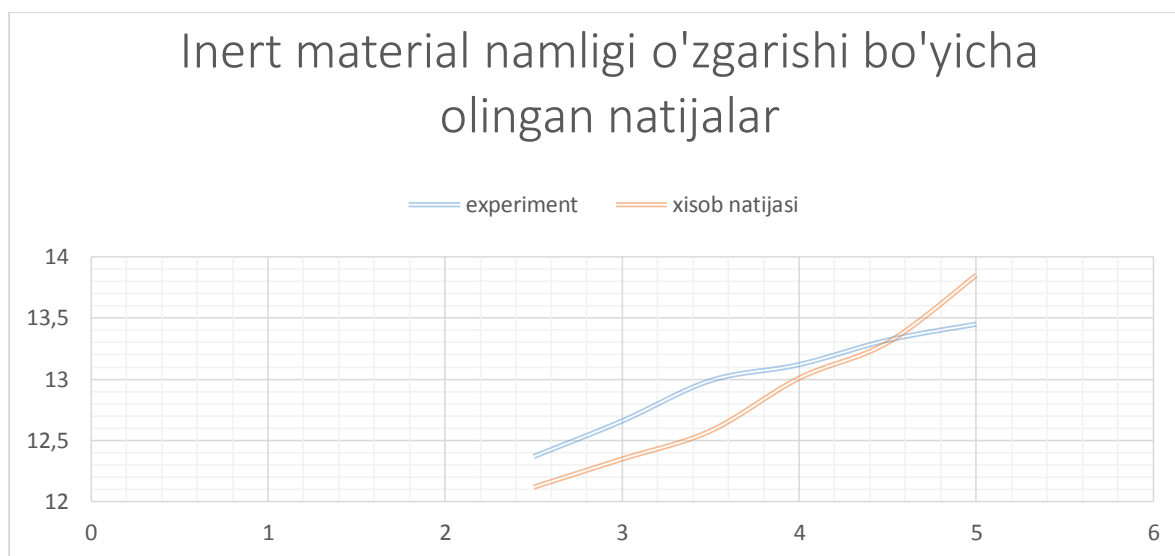
Bir tonna inert materialni (qum va shag'al) boshlang'ich temperaturasi ish temperaturasigacha qizdirish uchun zarur bo'lgan to'liq issiqlik sarfi -

$$B = \frac{E_{\varepsilon}}{q_{gaz}} = \frac{364}{34.2} = 10,6 \quad \text{m}^3$$

Bir tonna asfaltbeton qorishma tarkibida 60 kg gacha bitum bo'lishini xisobga olganda uning xisobiga to'g'ri keluvchi bitumga sarflanadigan gaz xajmi 1.776 m³ ni tashkil etadi.

Xisob natijalarini umumlashtirilganda bir tonna asfaltbeton qorishma tayorlash uchun 12,37 m³ gaz sarflanadi.

Asfaltbeton zavodi konstruksiyasi o'zgarigandan keyin bir tonna issiq asphalt ishlab chiqarishda inert material namligiga bog'liq xolatda nazariy xisob va experiment natijalari tahlili o'tkazildi olingan natija quyidagicha:



2-jadval

Havo harorati o'zgarishi xisobiga issiq asphalt ishlab chiqarishda nazariy xisob va experiment natijalari

Ko'rsatkichlar	Havo harorati, °C				
	+20°C	+25°C	+30°C	+35°C	+40°C
Inert material namligi 2,5 %					
Yoqilg'i sarfi (experiment)	12,74	12,66	12,54	12,42	12,3
Yoqilg'i sarfi (xisob yo'li bilan)	12,37	12,28	12,14	12,04	11,92
Natijadagi xatolik, %	2,9	2,96	3,14	3,02	3,05

Yoqilg'i sarfining nazariy va eksperimental qiymatlari natijalarini taqqoslash shuni ko'rsatadiki, eksperimental va nazariy ma'lumotlar o'rtasidagi farq minimal va 2,9 dan 3,14% gacha.

Shunday qilib, nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalarini taqqoslash ularning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Zavodning avvalgi xolatida gaz sarfi 14 m³ tashkil qilganini inobatga olsak 1 tonna issiq asfalt ishlab chiqarish uchun 1,63 m³ iqtisod qilinsa bir zavod uchun yillik iqtisodiy samaradorlik 143440000 so'mni tashkil qiladi.

XULOSA

“Asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyani takomillashtirish” mavusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (RhD) dissertasiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda sarf bo'ladigan energiya manbalari taxlil qilindi va bitumni sistemadan to'kib olish, bitum tarkibidagi namlikni bug'lantirish, inert material bilan aralashtirish nuqtasigacha tashish, ishchi xaroratda ushlab turish va quritish barabanida inert materialni qizdirishni xisobga olgan xolda energiya sarfini aniqlash uslubi ishlab chiqilgan.

2. Boshqaruv tizimi avtomatlashtirildi ya'ni inert materialni uzatish va bitum uzatish tizimi issiq asfalt haroratiga bog'liq ravishda boshqariladi. Eksperimental tadqiqot natijalari asosida boshqaruv dasturi ishlab chiqildi. Boshqaruv dasturiga ko'ra gaz bosimi tushishi sababli inert material uzatish kamayadi, natijada inert material va bitum uzatish ham bir-biriga bog'liq xolda boshqariladi, lekin ish jarayoni to'xtatilmaydi.

3. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda zavodning konstruksiyasi o'zgarishi hisobiga energiya sarfi kamaydi. Inert materialni 160-180 °C ga qizdirilmasdan 150 °C ga qizdirilish natijasida yoqilg'i sarfi 10 % gacha va elevatorda tashilmasligi sababli 6 % gacha tejaladi;

4. Asfaltbeton zavodining quritib aralashtiruvchi barabanidagi issiqlik oqimining uch o'q bo'yicha tarqalishning matematik va MATLAB/Simulink kompleksida kompyuter modellari takomillashtirildi.

5. Asfaltbeton zavodlarda energiya tejamkor quritib-aralashtirish barabanining geometrik parametrlari asoslandi. Quritish barabani uzunligi 10 metrdan 12,5 metrga o'zgartirildi natijada qizigan inert material bitum bilan aralashtirish jarayoni ham barabanga o'tkazildi.

6. IQN 80-2012. «Asfaltbeton qorishmalarini zavod sharoitida tayyorlashda energiya resurslarini sarflash me'yorlari». Avtomobil yo'llar ilmiy-tadqiqot instituti DAK «Uzavtoyol», idoraviy qoida va me'yor ishlab chiqilgan.

7. Quritib-aralashtirish barabanining konstruktiv parametrlarini ishlab chiqarish texnologiyasi o'zgarishi xisobiga ish unumdorligini ortishi hamda asfalt ishlab chiqarish texnologiyasini o'zgartirish xisobiga bir zavod uchun yillik 143440000 so'mni tashkil qiladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.15/31.08.2022.Т.73.03 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

САРМОНОВ АЗИЗБЕК ХАШИМЖАНОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННА СМЕСЕЙ**

**05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические
системы**

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

ТАШКЕНТ-2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером B2023.1.PhD/T1753.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» («www.ziyo.net»).

Научный руководитель:

Аскарходжаев Тулкун Ишанович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Астанакулов Комил Дуллиевич
доктор технических наук, профессор

Ахмедов Дониер Анваржонович
доктор философии (PhD), по техническим наукам, доцент

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2023 года в ____ часов на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.03 при Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01, факс: (99871) 293-57-54 e-mail: rectorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (зарегистрирована под номером ____). (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01, факс: (99871) 293-57-54 e-mail: rectorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2023 года.
(реестр Протокола рассылки № ____ от « ____ » _____ 2023 года).

А.А.Рискулов

Председатель Научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

К.З.Зияев

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению учёных степеней, PhD

Ш.П. Алимухамедов

Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В целях повышения конкурентоспособности в мире отраслей экономики, улучшения показателей энерго- и ресурсосбережения большое значение придается внедрению ресурсосберегающих техники и технологий в строительной отрасли. В настоящее время в развитых зарубежных странах ведущее место занимают вопросы, направленные на совершенствование технологий производства строительных материалов и повышение эффективности использования сырьевых ресурсов за счет создания многоцелевых передвижных заводских сооружений. В связи с этим особое внимание уделяется совершенствованию конструкции оборудования асфальтобетонного завода и созданию многофракционных ресурсосберегающих материалов.

Большое значение имеет проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на улучшение конструктивных параметров заводов по производству горячей асфальтобетонной смеси для всех типов автомобильных дорог мира в разных климатических условиях и разработку энергосберегающих технологий. В этом направлении в систему управления внедряется современные информационные технологии, в том числе, модернизация конструктивных параметров сушильно-смесительного барабана асфальтобетонного завода, совершенствование методики раздельного расчета каждого (сушильно-смесительного барабана, битумохранилища, подача и переработка) оборудования, расчет энергопотребления. Приоритетными считаются исследования по снижению и нормированию затрат на энергоносителях путем введения их в систему управления, повышая их эффективность за счет выбора наиболее оптимальной системы управления. При этом актуальными задачами считаются совершенствование математической модели подсистемы, предназначенной для расчета технологического процесса работы оборудования асфальтобетонного завода и обеспечения пропорциональности в системах транспортировки инертных материалов.

В республике осуществляются ширококомасштабные мероприятия, направленные на расширение автомобильных дорог, строительство, содержание и ремонт существующих сооружений, дорог, аэродромов, экономию экономических, энергетических и материальных ресурсов, улучшение технических параметров на основе высокоэффективной дорожно-строительной техники, оборудования. Об этом свидетельствует увеличение срока службы асфальтобетонных автомобильных дорог, а также принятие ряда нормативных и правовых документов, стимулирующих проведение научно-исследовательских и методических работ в этой области. В частности в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы "...отмечается покрытие автомобильными дорогами всех населенных пунктов и социальных объектов, а также автомагистралей сетями широкополосного доступа за счёт

дальнейшего развития цифровой инфраструктуры..."¹ определяется приоритетная задача

Правительства, в частности ПФ-4954 "О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления дорожным хозяйством"² и О мерах по внедрению передовых зарубежных методов организации работ в области строительства и эксплуатации автомобильных дорог"³ от 11 ноября 2018 года № ПП-4035 и других нормативных актах отмечается "...необходимость в экономической целесообразности и обоснованности потребления эксплуатационных материалов при применения различных технологических процессов и расхода энергоресурсов при получения дорожных покрытий"⁴. Указанной проблеме посвящены труды ряда исследователей, однако в этих работах не нашли отражение вопросы связанные с возможностью снижения энергопотребления при приготовлении асфальтобетонной смеси за счёт совершенствования технологического процесса.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках второго приоритетного направления развития науки и техники Республики «Энергетика, энерго и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Исследования по технологическому процессу и его расчета параметров, обуславливающих многолетнюю работу оборудования используемого при производстве горячей асфальтобетонной смеси, проводят ведущие мировые исследователями Anderson-Sköld, Yvonne; Anderson, Karin; Bo, Lind; Claesson, Anna; Larsson, Lennart; Авласова Н.М., Воробьев В.А., Котлярский Е.В., Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.Б., Колышев В.И., Костин П.П., Силкин В.В. и др. проводили исследования.

Отечественные учёные Т.И.Аскарходжаев, З.Т. Максудов, А.Абдураззаков и др. участвовали в разработках энергосберегающих и высоко производительных технологиях производства асфальтобетонных смесей. Однако в перечисленных трудах исследователей не рассмотрены вопросы связанные с потерей температуры нагретой массы влажности инертного материала и горячей асфальтобетонной смеси в процессе его перемещения, согласно технологического цикла, а также влияние изменения температуры окружающей среды на процесс энергопотребления единицы количество готового асфальтобетона.

Анализ работ указанных авторов показал, что количество расходуемого топлива при производстве горячей асфальтобетонной смеси переменчиво во все периоды года, то есть в результате изменения температуры окружающей среды или при атмосферных изменениях влажность инертного материала изменяется, что приводит к увеличению или уменьшению расхода топлива в

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 "О Стратегии развития по дальнейшему развитию Республики Узбекистан"/свод законов Республики Узбекистан, № 06/22/60/0082, цель 16.

² <https://lex.uz/uz/docs/-5841063>

³ <https://lex.uz/docs/-3114302>

⁴ <https://lex.uz/docs/-4082591>

настоящее время на основе этих исследований разработаны сушильные и смесительные барабаны асфальтобетонных заводов проведение исследований по благоустройству является актуальной научной и практической задачей.

В предыдущих исследованиях были предложены предлагаемые конструкции и выбраны рациональные параметры сушильно-смесительного барабана анализ схем, создание математических моделей отдельных деталей (сушка, нагрев и смешивание) и их комплексный расчет с использованием информационных технологий до конца не разработан. Расход топлива при производстве горячей асфальтобетонной смеси не входит во все затраты на техническое оборудование для выгрузки битума из транспортного средства, обработки, подогрева, поддержания его в подогретом состоянии и сушильного барабана для обеспечения достоверности и объективности полученных результатов испытания следует проводить в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Выполнено в рамках диссертационное исследование ИКН 80-2012 «Нормы расхода энергоресурсов при приготовлении асфальтобетонных смесей в заводских условиях». «Узавтойул», Т., 2012 г., нормы расхода энергоресурсов при приготовлении асфальтобетонных смесей на асфальтобетонном заводе марки СНА-80, принадлежащем обществу с ограниченной ответственностью «СНОРИ МЕГА МОНТАЖ», Отчет № 177/2017, выполненный в рамках практических занятий по нормам расхода энергоресурсов при приготовлении асфальтобетонных смесей в заводских условиях на асфальтобетонном заводе ДС-508, принадлежащем УП «Строительство и благоустройство (протокол хозяйственного договора 137/2016).

Цель исследования. совершенствование энергосберегающей технологии производства горячей асфальтобетонной смеси.

Задачи исследования:

анализ факторов, влияющих на энергопотребление в связи с изменением технологического процесса и конструкции сушильного барабана асфальтобетонных заводов;

расчет потерь энергозатрат на сушильный барабан, переработку битума, перегрузочное и обогреваемое накопительное оборудование при производстве горячей асфальтобетонной смеси;

изучения процесса распределения тепла внутри сушильного барабана путем математический моделирования;

обоснование конструктивных параметров энергосберегающего сушильно-смесительного барабана асфальтобетонных заводов;

оценка производительности и экономического эффекта от изменения конструктивных параметров сушильно-смесительного барабана.

Объектом исследования является предлагаемый сушильно-смесительный асфальтобетонного завода марки СНА-80.

Предметом исследования В качестве показателя технико-экономической эффективности барабана приготовления горячей смеси рассматривается асфальтобетонный завод марки СНА-80

Методы исследования. В исследованиях использовались методы правила теоретической и практической механики, методы расчета конструкций, математического моделирования, методы Neuman и Dirichlet, метод конечных элементов, а также методы планирования эксперимента.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствована конструкция асфальтобетонного завода за счет базирования параметров сушильного барабана на сушильно-смесительный барабан с учетом факторов, влияющих на энергопотребление;

с учетом температуры окружающей среды и влажности инертного материала разработка методики определения энергозатрат на производство асфальта с учетом энергозатрат на переработку, транспортировку и выдерживание битума в подогретом состоянии;

усовершенствована математической модели распределения теплового потока по плоскости сушильного барабана по трем осям плоскости по методу Эйлера;

на основе факторов, влияющих на энергопотребление, методом системного анализа усовершенствованы производственно-технологический процесс асфальтобетонного завода и значения геометрических параметров сушильно-смесительного барабана.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

В результате изменения конструкции асфальтобетонного завода экономится время при производстве каждой тонны асфальта, как следствие, повышается производительность труда;

Разработан метод определения энергозатрат в производстве асфальта с учетом температуры окружающей среды и влажности инертного материала;

В результате автоматизации системы управления производством горячей асфальтобетонной смеси она основана на том, что не требуются большие объемы топлива и газа высокого давления;

С учетом факторов, влияющих на энергопотребление, усовершенствован производственно-технологический процесс асфальтобетонного завода;

В результате нагрева инертного материала до 150-160 °С без подогрева его до 160-180 °С и без транспортировки в элеваторе экономится расход топлива до 16%;

В результате процесса нагрева и смешивания, осуществляемого в барабане, можно перерабатывать измельченный битумный материал.

Достоверность результатов исследования.

Достоверность результатов исследований основана на результатах научно-практических исследований по теплотехнике, математического моделирования и теории машин и механизмов. Использовании современных методов и средств в экспериментальных работах, проводимых в различных условиях, реализации теоретически полученных результатов и их внедрения

различными организациями, подтверждением, разработаны на основе проведенных исследований, расчетных программ и методов, разработанных в научно-исследовательских работах, построением алгоритмов и достоверность полученных результатов обоснованы путем их сравнения решением аналитических задач.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований обусловлена изменением рабочего процесса и конструкции сушильного барабана на асфальтобетонных заводах, изучением закономерностей зависимости факторов, влияющих на расход энергии, и рассеивания тепла по трем осям в сушильно-смесительном барабане асфальтобетонного завода, разработкой математических моделей расчета в программном комплексе MATLAB, а также, конструктивные параметры сушильно-смесительного барабана основаны на конструктивных параметрах энергоэффективного сушильно-смесительного барабана на асфальтобетонных заводах за счет изменения технологии производства.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке и реализации конструкции сушильного барабана, выполняющего функцию сушки и смешения двух технологических процессов. Система управления автоматизирована, т. е. система подачи инертного материала и подачи битума регулируется в зависимости от температуры горячего асфальта, что повышает производительность завода, что в свою очередь позволяет значительно снизить себестоимость горячей асфальтобетонной смеси.

Внедрение результатов исследований. По результатам исследований по созданию и применению энергосберегающих технологий производства горячей асфальтобетонной смеси:

Строительство усовершенствованного асфальтобетонного завода с учетом факторов, влияющих на энергопотребление, внедрено в производственный процесс ООО «CHORI MEGA MONTAJ». (Акт ООО «CHORI MEGA MONTAJ» от 10.11.2020). В результате достигнута экономия электроэнергии и увеличение производительности на 20% при производстве горячей асфальтобетонной смеси.

методика определения энергопотребления с учетом температуры окружающего воздуха и влажности инертных материалов введена в нормативный документ Узавтойул ИКН 80-2012 (справка № 02-636 Комитета автомобильных дорог от 13 февраля 2023 года). В результате удалось определить норму расхода топлива асфальтобетонных заводов для различных климатических условий.

производственный технологический процесс асфальтобетонного завода и значения геометрических параметров сушильно-смесительного барабана применены в ООО «CHORI MEGA MONTAJ » (справка № 02-636 Комитета автомобильных дорог от 13 февраля 2023 года). В результате расход топлива в сушильном барабане был сэкономлен до 16%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования диссертации обсуждались на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ. Из них 6 научных статей были опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 105 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость исследования, формируются цели и задачи исследования, описываются объекты используемые эксплуатируемые и тематика, соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники. Изложена научная новизна и основные результаты исследования, отражены научные результаты исследования и практическая значимость, обоснована достоверность полученных результатов, внедрение и апробация результатов исследования, а также представлены опубликованные работы и структура диссертации.

В первой главе - «Постановка проблемы, анализ заводов по производству асфальтобетонных смесей» рассмотрены конструкции действующих асфальтобетонных заводов, сушильно-смесительные барабаны и их виды, классификация и состав норм расхода топлива при производстве асфальтобетонных смесей, ознакомление с асфальтобетоном заводами с различной производительностью труда и условиями труда и предъявляемыми к ним требованиями; осуществлен глубокий анализ научных исследований заводов, выпускаемых в разных странах и принципы их работы.

Асфальтобетонные заводы в основном работают безостановочно, в результате чего достигается высокая производительность и энергосбережение. При непрерывной работе все агрегаты установки выполняют взаимодополняющую функцию, так как инертный материал дозируется и подается в сушильно-смесительный барабан, по элеватору подается в смеситель, а горячий инертный материал, битумное вяжущее и минеральный порошок нагреваются и смешиваются в миксере.

Процесс сушки минерального сырья в сушильном барабане можно разделить на три этапа. Они осуществляют нагрев материала и влаги, сушку материала (выпаривание влаги), нагрев высушенного материала до рабочей температуры. Соответственно сушильный барабан разделен на три технологических участка.

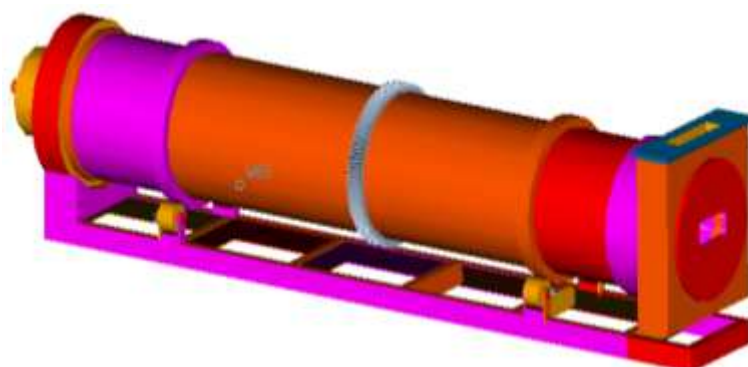


Рисунок 1. Трехмерный вид сушильного барабана

Процесс сушки минерального сырья в сушильном барабане можно разделить на три этапа. Они осуществляют нагрев материала и влаги, сушку материала (выпаривание влаги), нагрев высушенного материала до рабочей температуры. Соответственно сушильный барабан разделен на три технологических участка.

Основное отличие от других установок состоит в том, что сушильно-смесительный коаксиальный барабан состоит из двух барабанов термосной формы. Между вторым барабаном и первым барабаном смешиваются нагретые каменные материалы, битум и минеральный порошок.



Рисунок 2. “DOUBLE BARREL” тип сушильно-смесительный барабан

При измерении температуры нагретых материалов или готового изделия используется ИК-датчик (пирометр). Пирометры способны измерять желаемую температуру на расстоянии. Предлагаемая нами горелка универсальна и может использоваться на газе, мазуте и дизельном топливе. На производство 1 тонны асфальта расходуется 5-6 литров топлива, при этом необходимо учитывать следующие условия: (влажность 4-5%), может расходоваться до 7,5 л, если температура ниже (менее 100 °С).

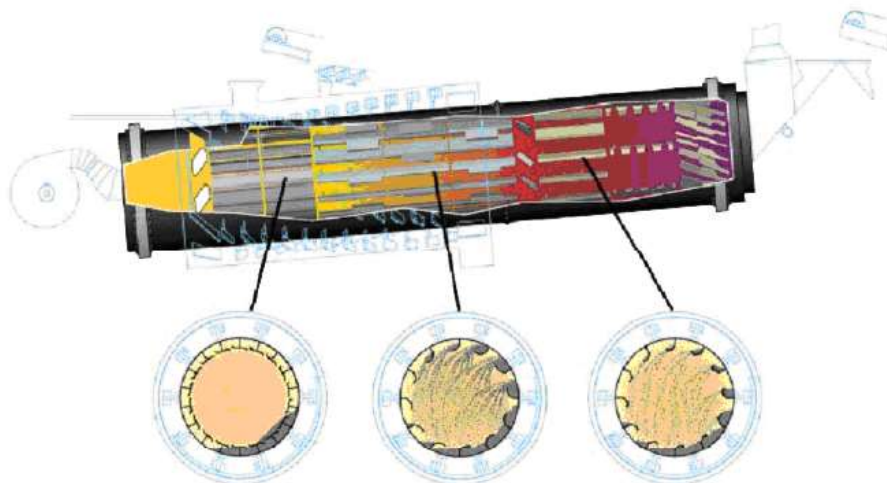


Рисунок 3. Появление пластин на участках сушильного барабана

Проанализированы вопросы достижения экономии использования энергоресурсов, расходуемых при производстве горячей асфальтовой смеси, анализ асфальтобетонных заводов, производимых в развитых странах мира, методики определения расхода топлива на них.

Во второй главе диссертации «Выбор и расчет основных конструктивно-технологических параметров сушильно-смесительного барабана», математическое моделирование теплового потока в сушильно-смесительном барабане, моделирование теплораспределения в сушильном барабане в комплексе MATLAB/Simulink и разработана методика расчета расхода топлива на приготовления асфальтобетонные смеси.

Если реальный процесс задачи о смесительном барабане можно с достаточной точностью выразить через математические соотношения, то решить эту задачу можно путем построения математической модели. Решение задачи таким способом называется процессом математического моделирования. Сначала рассмотрим анализ математического выражения теплового потока в сушильном барабане.

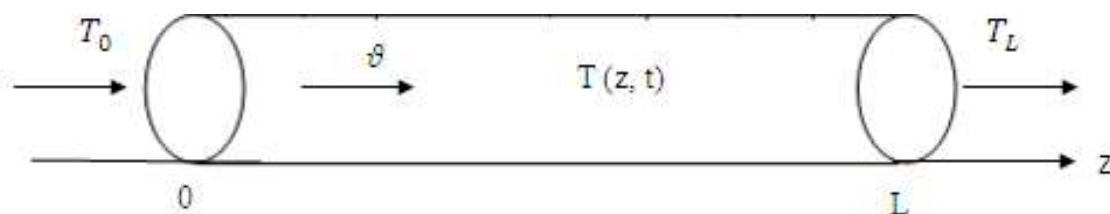


Рисунок 4. Схема движения теплового потока в сушильном барабане

При этом из барабана радиусом R с постоянной скоростью ϑ вытекает поток горячего воздуха (рис. 1). Наружная температура постоянна, намного ниже температуры внутри барабана. Известно, что он служит для подогрева температуры горячего воздушного потока. Здесь $T(z, t)$ — изменение температуры в единицу времени. А тепловая энергия расходуется в наружу следующим способом:

$$Q_s = k\Delta TS, \quad (1)$$

Здесь k – коэффициент теплопроводности стенки барабана, $\Delta T = T - T_{нар}$ – разность температур внутри и снаружи барабана; S – площадь поверхности барабана

Тогда уравнение баланса количества тепла имеет следующий вид:

$$\frac{d}{dt} \int_z^{z+\delta z} T(z, t) \rho c \pi R^2 \delta z = q(z, t) \pi R^2 - q(z + \delta z, t) \pi R^2 - k(T - T_{нар}) 2\pi R \delta \quad (2)$$

Если предел δz в предел равно 0, тогда уравнение принимает вид:

$$\rho c \frac{dT}{dt} = - \frac{dq}{dz} - \frac{2k}{R} (T - T_{нар}) \quad (3)$$

Математические уравнение зависимости q от T , то распространение тепла можно описывать через процессы конвенции и диффузии:

$$q = \nu \rho c T - \alpha \frac{dT}{dz}; \quad (4)$$

Если подставит (4) в (3), то дифференциальные уравнения изменения потока тепла по оси z описывается:

$$\rho c \frac{dT}{dt} + \nu \rho c \frac{dT}{dz} = \alpha \frac{d^2 T}{dz^2} + \frac{2k}{R} (T - T_{нар}); \quad (5)$$

Здесь:

R - радиус барабана, [м];

ρ - плотность жидкости в барабанае [кг/м³];

c - теплоемкость материала, [ж/Ккг];

ν - скорость инертного материала [м/с²];

α - коэффициент диффузии [Ж/Ккг];

Если допустить, что при распространении воздуха в барабанае, диффузия не произойдет, то (5) можно упростить как:

$$\rho c \frac{dT}{dt} + \nu \rho c \frac{dT}{dz} + \frac{2k}{R} (T - T_{нар}) = 0 \quad (6)$$

Математическое моделирование не позволяет увидеть все факторы, влияющие на потребление энергии в сушильно-смесительном барабанае. Вот почему мы изучили рассматриваемую проблему, проанализировав рассеивание тепла по одной оси, чтобы сделать его более простым, а не по трем осям.

В исходном состоянии температура воздушного потока в сушильном барабанае и температура внешней среды одинаковы. Однако за короткий промежуток времени температура внутри барабана достигает своего максимального значения.

$$\frac{\partial T}{\partial z} + \frac{1}{\nu} \frac{\partial T}{\partial t} + k(T - T_{нар}) = 0, \quad (7)$$

Здесь $k = \frac{2K}{\rho v c R}$ равно

Дифференциальное уравнение (7) с помощью метода Эйлера можно привести к виду:

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_i + \frac{vT_{i-1}}{h} + vkT_{\text{нар}} \quad (8)$$

Это уравнение с помощью метода предельных разностей можно разбить на множество - N частных видов:

$$\left. \begin{array}{l} i=1 \quad \frac{\partial T_1}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_1 + \frac{vT_0}{h} + kT_{\text{нар}} \\ i=2 \quad \frac{\partial T_2}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_2 + \frac{vT_1}{h} + kT_{\text{нар}} \\ i=3 \quad \frac{\partial T_3}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_3 + \frac{vT_2}{h} + kT_{\text{нар}} \\ \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ i=N \quad \frac{\partial T_N}{\partial t} = -\left(\frac{v}{h} + k\right)T_N + \frac{vT_{N-1}}{h} + kT_{\text{нар}} \end{array} \right\} \quad (9)$$

(9) представляя систему уравнений в матричном виде, мы выражаем ее через следующие обозначения, а именно:

$$\frac{dT}{dt} = AT + b \quad (10)$$

для получения численных решений уравнения создадим его модель с использованием блоков *Gain*, *Constant*, *Integrator*, *Sum* и *Scope* программного комплекса Matlab®/Simulink®.

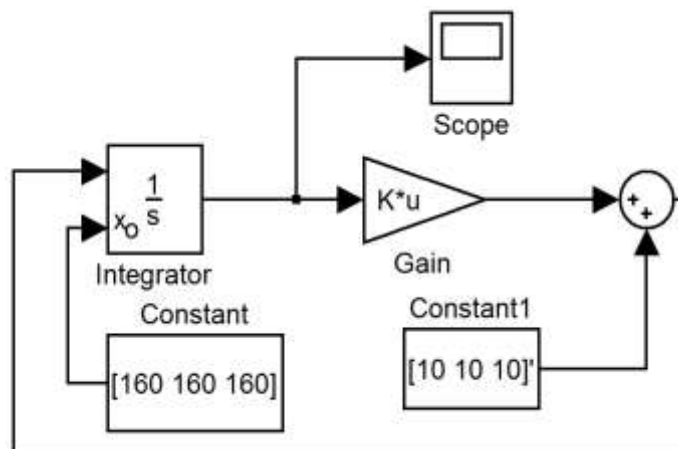
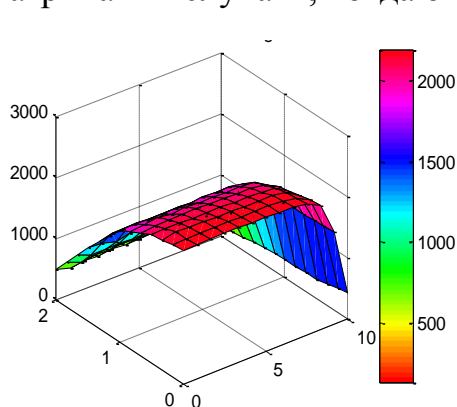


Рисунок 5. Модель расчета изменения температуры сушильного барабана в программном комплексе Matlab/Simulink
Здесь K внутри блока Gain, A — матрица, а U — температура.

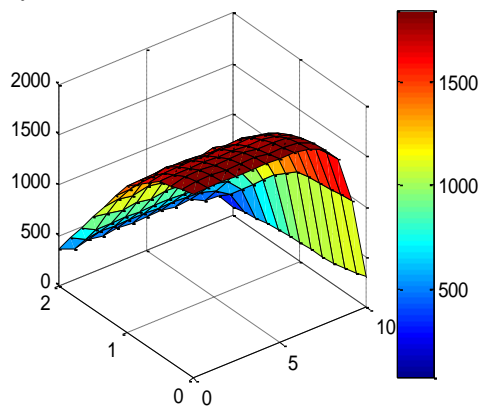
Можно изучить несколько сценариев с использованием имитационных моделей для количественной оценки энергопотребления.

В третьей главе диссертации под названием " Эксперименты и анализ" были получены численные решения по моделированию теплового потока в сушильном смесительном барабане асфальтобетонного завода на комплексе Matlab/Simulink.

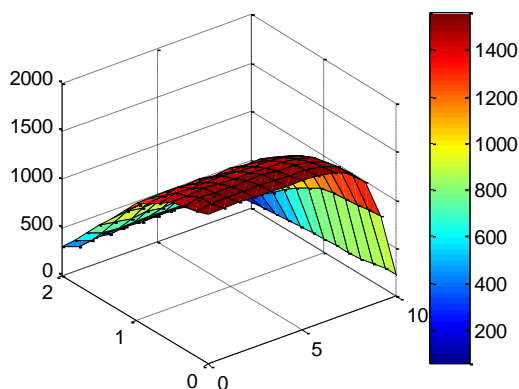
Процесс теплообмена в сушильно-смесительном барабане асфальтобетонного завода по модели, созданной в секции pdetool комплекса MATLAB, имеет коэффициент теплопередачи 0,4; 0,8; 1,2; 1,4 будем рассматривать в случаях, когда он равен.



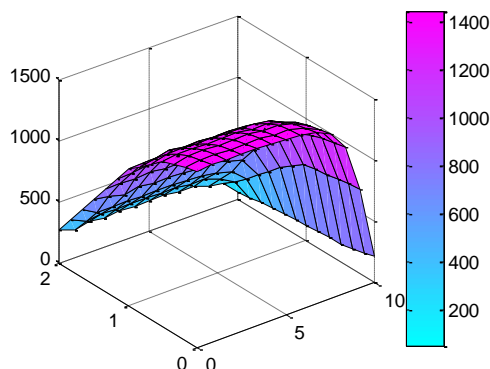
А- рисунок



В-рисунок



С- рисунок



Д- рисунок

Рисунок 6. Трехмерное изображение распределения теплового потока в барабане

Здесь:

На рисунке А - $K=1,4$.

На рисунке В - $K=1,2$.

На рисунке С - $K=0,8$.

На рисунке D - $K=0,4$.

Именно через график полученных численных решений температурного рассеяния выводятся погрешности процесса и полиномиальные уравнения. Разъяснена методика расчета количества энергии и энергозатрат в сушильно-

смесительном барабане асфальтобетонного завода при приготовлении 1 т асфальтобетонной смеси;

Результат компьютерного моделирования модели сушильно-смесительного барабана:

После начала подсчета и завершения нескольких итераций нажимается кнопка паузы на панели инструментов решения. Позволяет контролировать через панели мониторинга, если данный вопрос сложен. У нас есть возможность следить за происходящим процессом в трехмерной модели через панели мониторинга результатов.

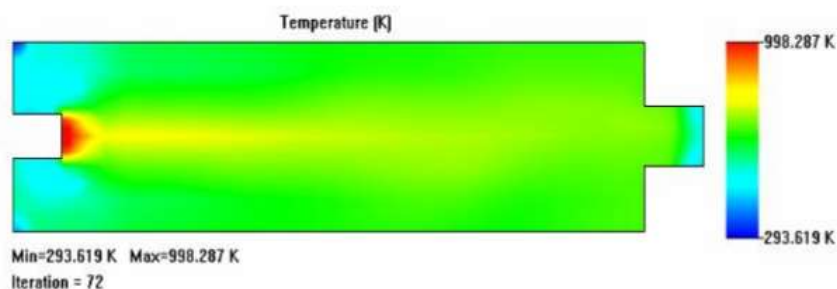


Рисунок 7. Тепловыделение в сушильном барабане

Обзор позволяет просматривать результаты во время работы во время расчета. Это помогает определить, правильно ли установлены граничные условия, и дает пользователям представление о том, как выглядит решение даже на начальном этапе. В начале работы результаты могут выглядеть или меняться по-разному. Но во время работы изменения уменьшаются, и результаты основаны на комбинированном решении.

Мы можем видеть траектории потока на четких изображениях. Траектории потока обеспечивают очень хорошее представление трехмерного потока газа. Экпортируя данные в Excel, мы также можем видеть, как параметры меняются по каждой траектории. Мы также можем сохранить результаты как эталонные кривые SolidWorks.

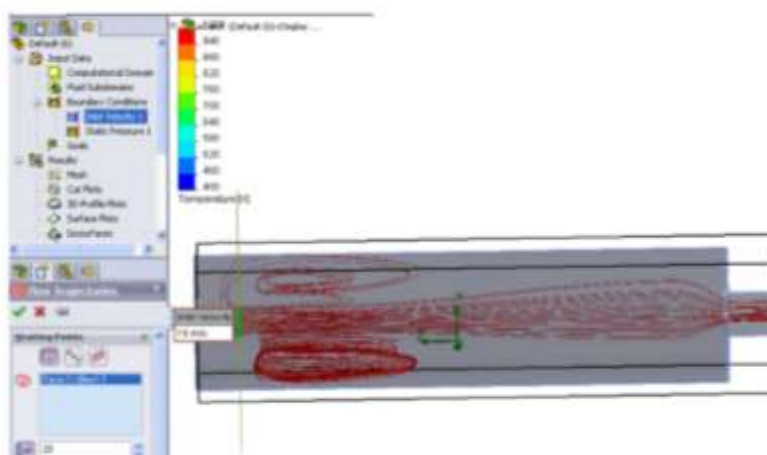


Рисунок 8. Движение газового пламени высокого давления в приложении SolidWorks

Решение поставленной задачи по заданным условиям может быть получено графически помимо визуальных наблюдений.

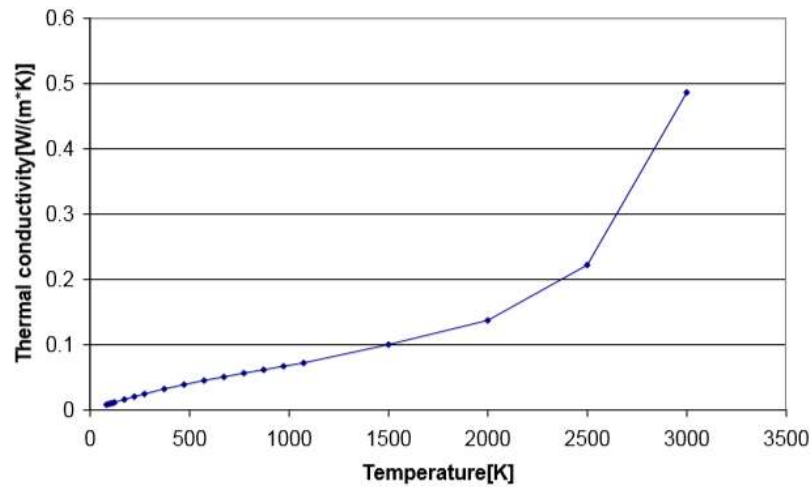


Рисунок 9. График теплопередачи

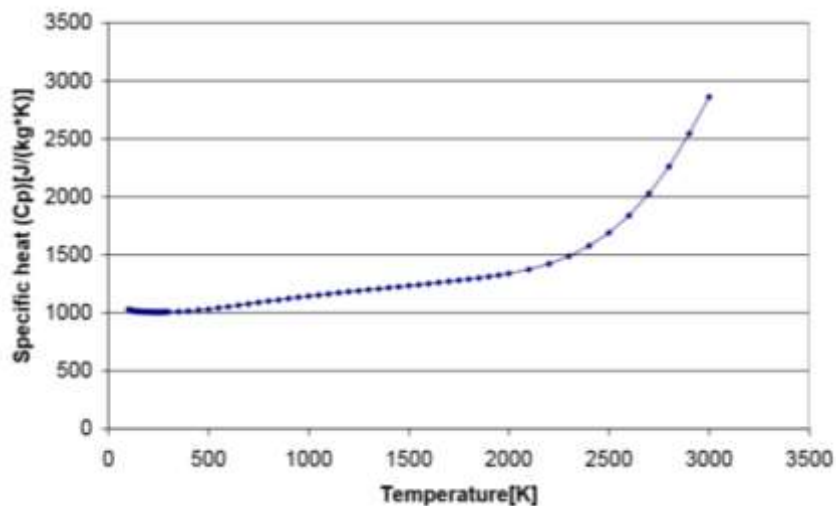


Рисунок 10. Коэффициент удельной теплоемкости

Программный комплекс Solid Works предоставляет графические данные о рассеивании тепла и теплопроводности барабана при сушке-смешивании с помощью компьютерного моделирования. Также: получено путем анализа распределения тепла в разделе Flow Simulation программного пакета SolidWorks.

Прежде всего, для проведения испытаний рассмотрим источники энергии, потребляемой сушильным барабаном, что является основным расходом энергии в предлагаемой энергосберегающей технологии.



Рисунок 11. Энергозатраты при производстве горячей асфальтобетонной смеси

- **Энергозатраты при сушке и нагреве инертного материала** - нагрев сушильного барабана, затраты энергии на сушку и нагрев инертного материала.
- **Потери тепловой энергии в окружающую среду через стенки барабана**- рассеивание тепла внешней среды через стенки сушильного барабана.
- **Потеря тепла вместе с газами, выходящим из барабанной трубы** – Потери тепла в сочетании с выходящими из дымохода барабана газами (с учетом механического и химического неполного сгорания);
- **Энергозатраты на подогрев и приготовление битума** – энергии, потребляемой при нагреве, транспортировке и разгрузке битума

Из этой системы видно, что мы достигаем энергосбережения за счет исключения негативных последствий распространения тепловой энергии от стенок сушильно-смесительного барабана в окружающую среду и выхода тепла из трубы барабана во внешнюю среду. наши устройства для измерения температуры установлены в следующих точках сушильного и смесительного барабана.

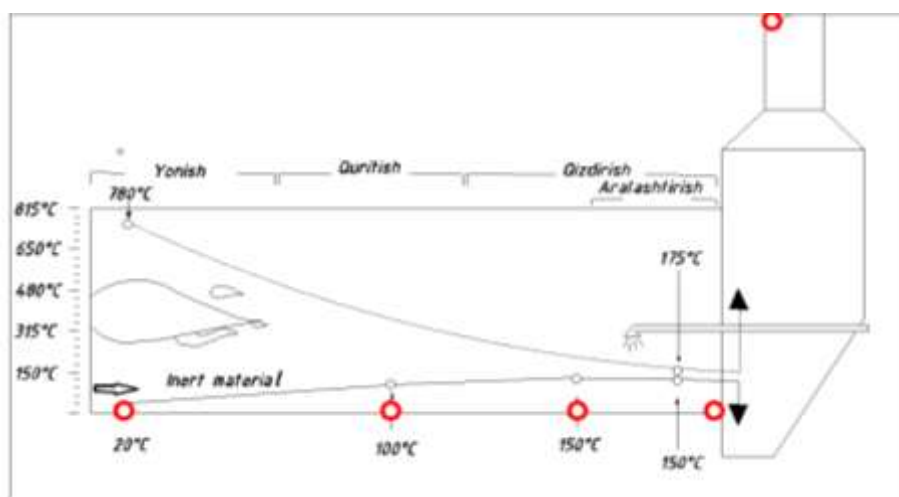


Рисунок 11. Точки установки измерительных приборов на сушильном барабане

Таблица 1

№	Названия	точка 1	точка 2	точка 3	точка 4	точка 5
1.	Температура в барабане °С	780	475	315	175	170
2.	Температура инертного материала °С	20	100	150	150	-

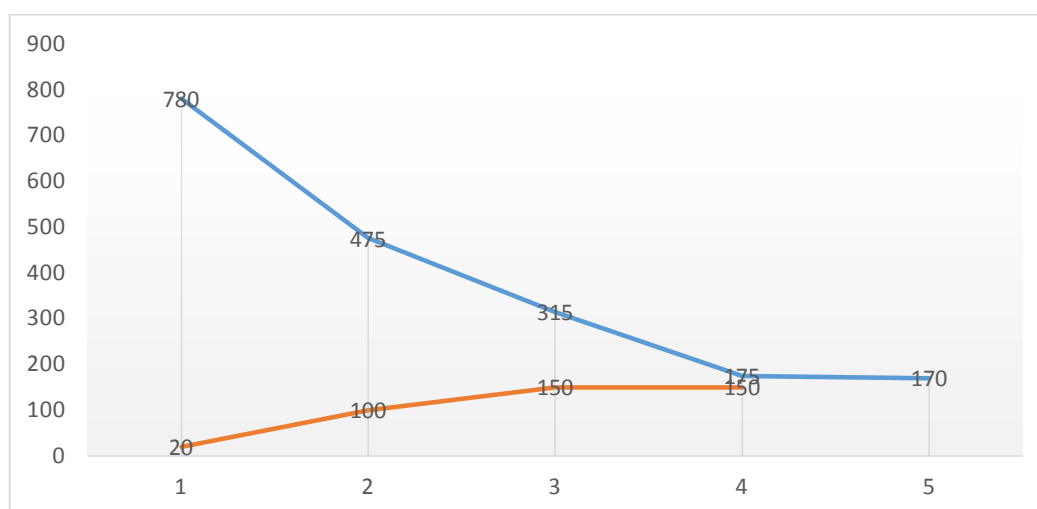


Рисунок 12. Изменение температуры внутри сушильного барабана

Диссертация "Технико-экономическая эффективность предлагаемой технологии" Четвертая глава посвящена результатам исследований и их анализу, тестированию, внедрению и оценке целесообразности. Компоненты предлагаемой нами технологии отличаются от других существующих технологий. Общий расход тепла, необходимый для нагрева 1 т инертного материала (песок и гравий) от начальной температуры до рабочей температуры

$$E_{\varepsilon} = E_{um} + E_5 + E_6 + E_7 = 169,4 + 176,6 + 16,9 + 1,45 = 364 \text{ MJ/t} \quad (11)$$

$$\text{Количество газа} \quad B = \frac{E_{\varepsilon}}{q_{gaz}} = \frac{364}{34,2} = 10,6 \text{ m}^3 \quad (12)$$

$$\text{Количество мазута} \quad B = \frac{E_{\varepsilon}}{q_{mazut}} = \frac{364}{40} = 9,1 \text{ kg} \quad (13)$$

Здесь: q — 1 кг (m^3) количество теплоты, выделявшееся от сгорания 1 кг (m^3) топлива;

При горении, 1 кг мазута выделяется 9590 kcal или 40 MJ энергии;

При горении 1 m^3 газ выделяется 8190 kcal или 34,2 MJ энергии;

Затрата газа при изготовлении 1 т битума:

$$A_{\text{газ}} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)_{\text{газ}} =$$

$$= (43.45 + 289.96 + 197.27 + 131.8 + 352 + 0.033 + 1.23)/34.3 = 29.6 \text{ m}^3/\text{t}$$

То же при изготовлении 1 т битума:

$$A_{\text{мазут}} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7)/q_{\text{мазут}} = \\ (43.45 + 289.96 + 197.27 + 131.8 + 352 + 0.033 + 1.23)/40 = 25.39 \text{ kg/t}$$

Полное потребление тепла, необходимое для нагрева 1 тонны инертного материала (песка и гравия) до рабочей температуры начальной температуры –

$$B = \frac{Q_E}{q_{\text{газ}}} = \frac{362,52}{34.2} = 10,6 \text{ m}^3$$

Учитывая, что в 1 тонне асфальтобетонной смеси содержится до 60 кг битума, объем газа, соответствующий ее расчету, составляет 1,776 м³.

По результатам расчета на приготовление 1 т асфальтобетонной смеси расходуется 12,37 м³ газа.

С учетом того, что расход газа в прежнем состоянии завода составлял 14 м³, при экономии 1,63 м³ на производство 1 тонны горячего асфальта годовая экономическая эффективность одного завода составляет **143440000** сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, выполненных по диссертации доктора философских наук по техническим наукам на тему «Совершенствование энергосберегающей технологии производства асфальтобетонной смеси», представлены следующие выводы:

1. Проанализированы источники энергии, потребляемой при производстве горячей асфальтобетонной смеси и рассчитан расход энергии с учетом количества энергии, затраченной на слив битума из цистерны, испарение содержащейся в битуме влаги, транспортировку ее в точку смешения с инертным материалом, поддержания его при рабочей температуре и нагревания инертного материала в сушильном барабане, разработан метод определения энергопотребления;

2. Система управления автоматизирована, т.е. система подачи инертного материала и подачи битума управляется в зависимости от температуры горячего асфальта. По результатам экспериментальных исследований разработана программа управления. По программе управления расход инертного материала снижается из-за падения давления газа, в результате чего расход инертного материала и битума регулируются взаимозависимо, но рабочий процесс не останавливается;

3. Энергозатраты уменьшились за счет изменения конструкции завода по производству горячей асфальтобетонной смеси. В результате нагрева инертного материала до 150 °С без нагрева до 160-180 °С экономия расхода топлива до 10% и до 6% за счет отсутствия транспортировки;

4. Усовершенствованы математические и комплексные компьютерные модели MATLAB/Simulink распределения теплового потока по трем осям в сушильно-смесительном барабане асфальтобетонного завода;

5. Обоснованы геометрические параметры энергосберегающего сушильно-смесительного барабана асфальтобетонных заводов. Длина сушильного барабана была изменена с 10 метров до 12,5 метров, в результате чего процесс смешивания нагретого инертного материала с битумом был перенесен на барабан;

6. Разработана ИКН 80-2012. «Нормы расхода энергоресурсов при приготовлении асфальтобетонных смесей в заводских условиях». АО «Узавтойол», ведомственные правила и нормы разработаны НИИ автомобильных дорог

7. Прирост производительности за счет изменения технологии производства конструктивных параметров сушильно-смесительного барабана и изменения технологии производства асфальта составит 143440000 сум в год на один завод.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.15/31.08.2022.T.73.03 ON AWARD OF
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

SARMONOV AZIZBEK KHASHIMJONOVICH

**IMPROVEMENT OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN THE
PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES**

05.02.03 - Technological machines. Robots, mechatronics and robotic systems

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent– 2023

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan on the № B2023.1.PhD/T1753.

The dissertation was completed at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council (tstu.uz) and on the website of Information-educational portal “ZiyoNet” (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Askarxodjayev Tulkun Ishanovich
candidate of technical sciences, professor

Official opponents:

Astanakulov Komil Dulliyevich
doctor of technical sciences, professor

Axmedov Doniyor Anvarjonovich
doctor of philosophy (PhD), docent

Leading organization:

Jizzakh polytechnical institute

The defense of the will take place on “____” _____ 2023 at _____ at the Scientific council No. DSc.15/31.08.2022.T.73.03 at the Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent city, str. Temiryo’lchilar, 1. Phone: (+99871) 299-00-01 fax: (+99871) 293-57-54; e-mail: rectorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz)

The dissertation is registered in Information Resource Centre of the Tashkent State Transport University (is registered number №____). (Address: 100167, Tashkent city, str. Temiryo’lchilar, 1. Phone: (+99871) 299-00-01 fax: (+99871) 293-57-54; e-mail: rectorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz)

The abstract of the dissertation was distributed on “____” _____ 2023 y.
(Protocol at the register.№ ____ on “____” _____ 2023 y.).

A.A.Riskulov

Chairman of the Scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

K.Z.Ziyaev

Scientific secretary of Scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of philosophy (PhD)

Sh.P.Alimuhamedov

Chairman of the academic seminar under
The Scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD))

The aim of the study is to improvement of energy-saving technology for the production of hot mix asphalt.

Research objectives:

analysis of factors affecting energy consumption due to changes in the technological process and the design of the drying drum of asphalt concrete plants;
calculation of energy consumption for the dryer drum, bitumen processing, reloading and heated storage equipment in the production of hot asphalt mix;
modeling and experimental study of heat distribution inside the dryer drum;
substantiation of design parameters of an energy-saving drying and mixing drum for asphalt concrete plants;
evaluate performance and determine the economic effect of the design parameters of the drying and mixing drum due to changes in production technology.

The object of the study is the drying mixing drum of the CHA-80 asphalt concrete plant.

The scientific novelty of the study is as follows:

the design of the asphalt concrete plant has been improved by basing the parameters of the dryer drum on the dryer drum, taking into account the factors affecting energy consumption;

taking into account the ambient temperature and humidity of the inert material, the development of a methodology for determining the energy costs for the production of asphalt, taking into account the energy costs for processing, transporting and keeping bitumen in a heated state;

improved mathematical model of heat flow distribution along the plane in the dryer drum along three axes of the plane according to the Euler method;

based on the factors affecting energy consumption, the production and technological process of the asphalt concrete plant and the values of the geometric parameters of the drying-mixing drum were improved by the method of system analysis.

Scientific and practical significance of the research results. The scientific significance of the research results is due to the change in the working process and design of the drying drum at asphalt concrete plants, the study of the patterns of dependence of factors affecting energy consumption and heat dissipation along three axes in the drying mixing drum of an asphalt concrete plant, the development of mathematical calculation models in the MATLAB software package, as well as , the design parameters of the dryer-mixer drum are based on the design parameters of the energy-efficient dryer-mixer drum in asphalt plants by changing the production technology.

The practical significance of the research results lies in the development and implementation of the design of the drying drum, which performs the function of drying and mixing two technological processes. The control system is automated, i.e. the inert material supply system and the bitumen supply system are adjusted

depending on the temperature of the hot asphalt, which increases the productivity of the plant, which in turn can significantly reduce the cost of hot mix asphalt.

Implementation of research results. According to the results of research on the creation and application of energy-saving technologies for the production of hot mix asphalt:

Chori Mega Montaj LLC has developed and introduced into the production process a pilot version of an energy-saving technology for the production of hot mix asphalt. Certificate of Chori Mega Montaj LLC dated November 10, 2020 y on the improvement of energy-saving technology for the production of asphalt concrete mix. As a result, the CHA80 plant was put into operation, producing 80 tons of hot mix asphalt per hour;

“Act of the Main Directorate of Highways of the Bukhara region dated April 30, 2021 y on approbation of improving the energy-saving technology for the production of asphalt concrete mix and its introduction into the production process.

The presented description of the document, based on the results of scientific research on improving the energy-saving technology for the production of asphalt concrete mix, was accepted for review and use in the workflow by the Committee on Highways under the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan. No. 02-636 of February 13, 2023.

As a result, according to the results of theoretical and experimental studies, as a result of the introduction of an energy-saving dry mixing drum in the production of asphalt concrete mix, fuel consumption is up to 10% as a result of heating the inert mixture. material up to 160-180⁰C without heating up to 150-160⁰C and without transportation in the elevator Saving up to 6%.

Approval of the results of approbation. The results of the dissertation research were discussed at 2 international and 4 republican scientific and practical conferences.

Publication of research results. In total, 18 scientific papers have been published on the topic of the dissertation. Of these, 6 scientific articles were published in scientific journals recommended for publication of the main scientific results of doctoral (PhD) dissertations by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 4 in republican and 2 in foreign journals.

The structure and scope of the dissertation. The composition of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 93 pages.

THE MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION

In the introduction, the relevance and demand of the research topic, its goals and objectives are substantiated, the object and subject of research are characterized, and compliance with priority areas for the development of science and technology in the republic. The scientific novelty is revealed and the results of the research and their scientific and practical significance are presented. Information is given about the implementation of the results in practice, about publications on the research topic and the structure of the dissertation.

The first chapter – **"Setting the problem. In the first chapter entitled"** Analysis of plants producing asphalt concrete mixtures", the constructions of existing asphalt concrete plants, drying mixing drums and their types, classification and composition of fuel consumption standards in the production of asphalt concrete mixtures, familiarization with asphalt concrete plants with different work productivity and working conditions, and the requirements imposed on them, an in-depth analysis of scientific research on the issue of plants and their working principle is provided.

The second chapter – **"Selecting and calculating the main design and technological parameters of the drying mixing drum"** the mathematical modeling of the heat flow in the drying mixing drum, modeling of the heat distribution in the drying drum in the MATLAB/Simulink complex, and the method of calculating the fuel consumption for asphalt concrete mixtures are mentioned.

In the third chapter – **"Experiments and Analysis"** numerical solutions of the heat flow in the drying mixing drum of the Asphalt Concrete Plant were obtained by means of MATLAB/Simulink complex models. The errors and polynomial equations of the temperature propagation process were derived by plotting the obtained numerical solutions. The method of calculating the amount of energy and energy consumption in the drying mixing drum of the asphalt concrete plant in the preparation of 1 ton of asphalt-concrete mixture is explained;

In the fourth chapter – **"Technical and economic efficiency of the proposed technology"** is devoted to research results and their analysis, testing, implementation and evaluation of technical and economic efficiency. The components of the technology we offer are different from other existing technologies

CONCLUSION

Based on the research carried out on the thesis of a doctor of philosophy in technical sciences on the topic "Improvement of energy-saving technology for the production of asphalt concrete mix", the following conclusions are presented:

1. The sources of energy consumption in the production of hot asphalt concrete mix and taking into account the process of pouring bitumen from a tank, evaporating the moisture contained in bitumen, transporting it to the place of mixing with an inert material, keeping it at operating temperature and heating the inert material in a drying drum are analyzed. A method for determining energy costs has been developed. ;

2. The control system is automated, i.e. the inert material supply system and the bitumen supply system are controlled according to the temperature of the hot asphalt. Based on the results of experimental studies, a control program has been developed. According to the control program, the consumption of inert material is reduced due to the drop in gas pressure, as a result of which the consumption of inert material and bitumen are regulated interdependently, but the working process does not stop;

3. Energy costs have been reduced by redesigning the hot mix asphalt plant. As a result of heating the inert material up to 150 0C without heating up to 160-180 0C, savings in fuel consumption up to 10% and up to 6% due to the lack of transportation;

4. Mathematical and complex computer models MATLAB/Simulink of heat flow distribution along three axes in the drying-mixing drum of an asphalt concrete plant have been improved;

5. The geometric parameters of the energy-saving drying-mixing drum of asphalt concrete plants are substantiated. The length of the dryer drum was changed from 10 meters to 12.5 meters, as a result of which the process of mixing the heated inert material with bitumen was transferred to the drum;

6. IKN 80-2012 was developed. "Norms of energy consumption in the preparation of asphalt concrete mixtures in the factory." Uzavtoyol JSC, departmental rules and norms developed by the Research Institute of Highways

7. The increase in productivity due to a change in the production technology of the design parameters of the drying-mixing drum and a change in the technology of asphalt production will amount to 143,440,000 soums per year per plant.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
SPISOK OPUBLIKOVANNYKH RABOT
LIST OF PUBLISHED WORKS

I-bo'lim (I-chast; I-part)

1. Sarmonov A.X., B.A.Yusupov., G.M.Sharipov. Quritish barabanidagi issiqlik oqimining bir o'q bo'yicha tarqalishini matlab/Simulink kompleksida modellashtirish// «Vestnik TADI». № 1-2, 2013. - S. 120-124. (05.00.00; №15).

2. Shukurov R.U., Sarmonov A.X., Tadjixodjayeva M.R. Методика расчет расхода энергоресурсов в процессе приготовления асфальтобетонных смесей// Журнал: ТАҒИ хабарномаси «Vestnik TADI» № 1, 2015. – S. 50-52. (05.00.00; №15).

3. Karabayev A.M., Sarmonov A.X. Asfaltbeton qorishmalarni ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish // «Arxitektura. Qurilish. Dizayn». № 2, 2014. – S. 16-18. (05.00.00; №4).

4. Askarxodjayev T.I., Sarmonov A.X. Issiq asfaltbeton qorishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash// «Вестник Турнского политехнического университета в городе Ташкенте» №1, 2019. –S. 134-138.(05.00.00;№25)

5. Sarmonov A.X. Mathematical Modeling of Work Processes on a Dry Mixing Drum and Creation of Computer Models // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 10 , October 2020 R.80-83. ISSN (Online): 2350 - 0328.

6. Askarxodjaev T.I., Sarmonov A.X. Modeling of Asphalt Concrete Mixing Drum on Matlab®/Simulink®// International journal on orange technology. Volume: 4 Issue: 9 | September 2022 e-ISSN: 2615-8140 | p-ISSN: 2615-7071 (SJIF:8.7).

II-bo'lim (II-chast; II-part)

7. Sarmonov A.X., Mamaziyayev F.R. “Yo'l qurilish mashinalarini sinashda bir turdagi o'lchash noaniqliklari natijalariga ishlov berish”// O'zstandart agentligi ilmiy texnika jurnali «STANDART» №2, 2014. –S. 37-38.

8. Sarmonov A.X., Ulashov J.Z., Raxmatov A.R. Optimal asfaltbeton zavodlarini tanlash// Ta'limda falsafaning dolzarb masalalari respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi.Toshkent 2016 y. S.154-156.

9. Sarmonov A.X., Raxmatov A.R. Asfaltbeton zavodlarini quritib-aralashtiruvchi barabanlarni texnik ko'rsatkichlarini optimallashtirish// Rol молодых кадров в развитии автотранспортно-дорожного комплекса Узбекистан. Tashkent 2016 g, S.120-122.

10. Sarmonov A.X., Qobilova N. Asfaltbeton zavodlarini quritib-aralashtiruvchi barabanining texnik ko'rsatkichlarini optimallashtirish orqali energiya tejamkorligiga erishish// Международной научно технической конференции “Перспективы развития дорожно-транспортных и инженерно коммуникационных инфраструктур” » Tashkent 2017 н .28-31.

12. Qutlimurodov Q.R., Sarmonov A.X. Avtomobillarda vibrasiya me'yorini taxlil qilish// O'zstandart agentligi ilmiy texnika jurnali «STANDART» №2, 2016. –S. 27-29.

13. Sarmonov A.X., Ilxomov D.O. Asfaltbeton zavodining aralashtirib qurituvchi barabanini samaradorligini oshirish // Respublika oliy o'quv yurtlararo ilmiy-amaliy anjumani 2016 y. C.32-35

14. Askarxodjayev T.I., Sarmonov A.X. Issiq asfaltbeton korishma ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyani qo'llash // “Avtomobil transportida innovasiyalar: fan va biznes o'rtasidagi o'zaro aloqalarni izlashning asosiy yo'nalishlari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2019.S 108-112.

15. Sarmonov A.X. Turli ekspluatasiya sharoitida avtogreyderlarda yonilg'i sarfini aniqlash// O'zstandart agentligi ilmiy texnika jurnali «STANDART» №1, 2017. –S. 27-29.

16. Madrimov E.Q., Sarmonov A.X., Isroilov F. Quritish barabanidagi issiqlik oqimining tarqalishini sonli usullar orqali tadqiq etish// Innovasion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalarni ishlab chiqarishga tadbiq etish muammolari 4-Respublika ilmiy texnik konferensiya 2012 y. Jizzax sh.164-167 b.

17. Madrimov E.Q., Sarmonov A.X. Quritish barabanidagi issiqlik miqdorini tarqalishini matematik ifodalash// Innovasion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalarni ishlab chiqarishga tadbiq etish muammolari 4-Respublika ilmiy texnik konferensiya 2012 y. Jizzax sh.168-170 b.

18. Sarmonov A.X., Alimov B. Asfaltbeton zavodlari quritib-aralashtiruvchi barabanlarning texnik ko'rsatkichlarini optimallashtirish/“Avtomobil va yo'llar kompleksini dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallar to'plami. Toshkent, TAYI 2011 yil.