

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/31.03.2023.T.66.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA POLITEXNIKA INSTITUTI

RAJABOVA NARGIZAXON RAXMONALIYEVNA

**MINERAL XOM-ASHYONI QURITUVCHI BARABANLI
QURITGICH KONSTRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**02.00.16 - Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat ishlab chiqarish
jarayonlari va apparatlari (texnika fanlari)**

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

Namangan - 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Rajabova Nargizaxon Rahmonaliyevna

Mineral xom-ashyoni qurituvchi barabanli quritgich konstruksiyasini takomillashtirish3

Ражабова Наргизахон Рахмоналиевна

Совершенствование конструкции барабанной сушилки для сушки минерального сырья21

Rajabova Nargizakhon

Improvement of the construction of the drum dryer for drying mineral raw materials39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ

List of published works42

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/31.03.2023.T.66.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA POLITEXNIKA INSTITUTI

RAJABOVA NARGIZAXON RAXMONALIYEVNA

**MINERAL XOM-ASHYONI QURITUVCHI BARABANLI
QURITGICH KONSTRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**02.00.16 - Kimyo texnologiyasi va oziq-ovqat ishlab chiqarish
jarayonlari va apparatlari (texnika fanlari)**

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

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T4600 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Farg'ona politexnika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb sahifasida (www.nammti.uz), "Ziyonet" axborot ta'limi portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Tojiyev Rasuljon Jumaboyevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Xamdamov Anvar Maxmudovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Safarov Jasur Esirgapovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Umumiy va noorganik kimyo instituti

Dissertatsiya himoyasi Namangan muhandislik-texnologiya instituti huzuridagi (PhD) 03/31.03.2023.T.66.05 raqamli ilmiy kengashning 2025-yil "1" mart soat 13⁰⁰ daqi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7 - uy. Tel./faks: (99869) 225-10-07, (99869) 225-76-75; e-mail: niei_info@edu.uz). Namangan muhandislik-texnologiya instituti 3-bino, 2-qavat, ilmiy kengash xonasi, 313-xona).

Dissertatsiya bilan Namangan muhandislik-texnologiya institutining axborot-resurs markazida tanishish mumkin (362-raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7-uy. Tel./faks: (99869) 225-10-07)

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "17" fevral kuni tarqatildi.
2025-yil "29" yanvardagi № 16-raqamli reestr bayonnomasi).



A.A. Xudayberdiyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash raisi, t.f.d., professor

O.T. Mallabayev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash kotibi, PhD, dotsent

A.M. Xurmamatov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash qoshidagi ilmiy seminar
raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) Dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyo miqyosida qurilish sohasida ishlab chiqarish korxonalarini tomonidan aholini sifatli qurilish materiallari bilan ta'minlash, tarmoq korxonalarini modernizatsiyalash orqali, import hajmini kamaytirib, eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarish hajmini kengaytirish, ishlab chiqarish quvvatlarini ishga tushirish orqali yangi ish o'rinlarini yaratish, pirovardida bozorda qurilish materiallari narxining oshib ketishining oldini olish va ularni arzonlashtirish ustivor masalaga aylangan. Bu borada sement ishlab chiqarish jarayonlarida sifatli va arzon mahsulotni ishlab chiqarish, energiya tejamonkor texnologiya asosida quritishni takomillashtirish, yangi texnologiyalarni yaratish muhim ilmiy-ahamiyatga ega.

Jahonda sifatli va arzon qurilish mahsulotlari ishlab chiqarish, avtomatlashtirilgan boshqaruvga ega zamonaviy texnologik jarayonlar va qurilmalar yaratish, ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish, samaradorligi yuqori zamonaviy texnologiyalarni joriy qilish bo'yicha keng qamrovli izlanishlar olib borilmoqda. Sement ishlab chiqarish jarayonlarini samarali tashkil etish, energiya sarfini qisqartirish orqali chiqindisiz texnologiyalar asosida yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarishga qaratilgan ustivor yo'nalishlarda bajarilayotgan ilmiy-amaliy tadqiqotlarga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda ham qurilish materiallari ishlab chiqarishni yanada rivojlantirish, tarmoq korxonalarini modernizatsiya qilish, texnologik va texnik qayta jihozlash uchun xorijiy investitsiyalarni keng jalb etish hamda uning eksport salohiyatini oshirish va ularda korporativ boshqaruv xalqaro standartlarini joriy etishga qaratilgan maqsadlarni amalga oshirish yo'lga qo'yildi. Yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqarishga kam metall va energiya sarfiga ega resurstejamonkor qurilmalar va texnologiyalarni ishlab chiqarish bo'yicha keng qamrovli ishlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoniga qaratilgan vazifalar belgilab berilgan. Bu borada qurilish materiallari ishlab chiqarishni yanada rivojlantirish, tarmoq korxonalarini modernizatsiya qilish, texnologik va texnik qayta jihozlash uchun xorijiy investitsiyalarni keng jalb etishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23-maydagi "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-4335-sonli, 2021 yil 9-iyundagi "Hududlarning sanoat salohiyatini oshirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-6244-sonli farmoni hamda 2022 yil 6-iyuldagi PQ-307-sonli "2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasida innovatsion rivojlanish strategiyasi to'g'risida"¹gi qarorlari ijrosini ta'minlash yuzasidan qurilish materiallari sanoatini innovatsion rivojlantirish, talab yuqori bo'lgan sifatli mahsulot turlarini kengaytirish, tarmoqning eksport

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni

salohiyatini oshirishga doir ilmiy asoslangan takliflarni ishlab chiqish, shuningdek, mazkur soha faoliyatga tegishli me'yoriy-xuquqiy xujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. "Kimyoviy texnologiya, energetika, energiya va resurs-tejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyo amaliyotida hom-ashyo va tayyor materiallarni birlamchi va to'liq quritish jarayonlarini sifatli bajarilishini ta'minlaydigan turli qurilma va jihozlar ishlab chiqilgan hamda ular konstruktorlik byurolariga yangi mashinalarni ishlab chiqarish uchun tavsiya etilgan. Jumladan sement ishlab chiqarishda quritish qurilmalarini ishlab chiqish, ularning parametrlarini o'rganish hamda mavjudlarini takomillashtirish yuzasidan xorijda V.Yu. Volinskiy, A.V. Altuxov, M.V. Likov, V.N. Mesnyankin, V.N. Blinichev, S.V. Fedosov, V.F. Frolov, W.C. Saeman, S.J. Friedman, F.R. Schofield, P. Chen, H. Shinohara, V.V. Peregudov. O.S. Kochetov, S.A. Kochergin, N.M. Mixaylov, B.S. Sajin, M.N. Gamrekeli, N.V. Chugunova, L.D. Yaroshuk, V.N. Furi, D. Taxxan, Yu.Yu. Mixaylov, O.M. Chaykin, G.V. Kalashnikov, A.N. Xramov, Ye.A. Alpeisov, respublikamizda esa qurilmalarini ishlab chiqish, takomillashtirish va parametrlarini asoslash bo'yicha X.S. Nurmuxammedov, Z.S. Salimov, O.F. Safarov, A.A. Artikov, U.K. Xujakulov, A.M. Xamdamov, N.M. Qurbanov, Sh.M. Mamatov, R.J. Tojiyev, A.S. Isomidinov, R.X. Mirsharipov, X.F. Jurayev va boshqalar ilmiy-tadqiqot ishlar olib borganlar.

Ular tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida quritish jarayonlarining nazariy asoslari va amaliyoti rivojlantirilgan, kimyo va oziq-ovqat mahsulotlarini quritish usullari va qurilmalari takomillashtirilgan va ishlab chiqarishga joriy etilgan.

Shu bilan birga hozirda qurilish materiallari, oziq-ovqat, kimyo va turdosh sanoatlar uchun mo'ljallangan ixcham, eksportga mo'ljallangan quritish texnologiyalari va mashinalarini takomillashtirish va soddalashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasi ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Farg'ona politexnika institutining 2022-2025 yillarga mo'ljallangan ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq va "Turon eco cement group" MChJning "Korxonadagi mavjud quritish apparatlarini optimal ish rejimini tanlash, tadqiq qilish va amaliyotda qo'llash" mavzusidagi (27.10.2021 y) ishlari rejasining №71- sonli xo'jalik shartnomalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: suglinokni qurituvchi barabanli quritgich uchun nasadka konstruksiyasini ishlab chiqish va uning ish rejimi hamda parametrlarini asoslash hamda uni ishlab chiqarish sharoitida qo'llashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

mavjud barabanli quritish apparatlari va rejimlarini tahlil qilish hamda muammolarni aniqlash;

quritgich nasadkasi konstruksiyalarini tizimli tahlil etish hamda jarayon uchun mos konstruksiyani ishlab chiqish;

ishlab chiqilgan nasadka konstruksiyasining quritgich aerodinamik qarshiligiga ta'sirini tadqiq etish hamda qarshilik koeffitsientlarining quyi va yuqori yuklamalarini belgilash;

ishlab chiqilgan nasadka konstruksiyasining quritilayotgan maxsulotni quritgichda bo'lish vaqtiga va haroratiga ta'sirini o'rganish;

quritgichga berilayotgan materialning dastlabki namligi, xajmiy sarfi va moddiy balansiga bog'liq holda materialni isitishga sarflangan issiqlik miqdorini tadqiq etish;

o'zgaruvchi parametrlarning turli qiymatlari uchun quritgichning issiqlik balansini tadqiq etish;

apparatdagi mahsulot harakati aerodinamikasi va quritish jarayoni rejimini optimallashtirish, energiyadan foydalanish koeffitsientini oshirish.

olingan tajriba natijalarini matematik qayta ishlash va maqbul parametrlarni asoslash;

quritish qurilmasining maqbul parametrlari asosida sanoat qurilmasini ishlab chiqish va uning iqtisodiy samaradorligini baholash;

Tadqiqotning ob'yekti sifatida "Turon eco cement group" MChJ korxonasiida hom-ashyo sifatida qo'llaniladigan suglinok, uning fizik-kimyoviy hossalari asosida uni quritish jarayoni va quritish jarayonida qo'llanilayotgan barabanli quritgich uchun tavsiya etilgan v simon nasadka hamda tajribalarni o'tkazish uchun barabanli quritgichning fizik modeli tanlangan.

Tadqiqotning predmeti v simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgich gidravlik qarshiligining issiqlik agenti tezligi, material harorati, material namligi va quritish vaqti o'zgarishiga ta'sirini ifodalovchi analitik bog'lanishlar hamda uning texnik ko'rsatkichlari, qarshilik koeffitsienti, issiqlik agenti va quritilayotgan material o'rtasidagi issiqlik almashinish jarayonlari, issiqlik balansi, quritilayotgan moddaning moddiy balansi va energiya istemolining o'zgarish qonuniyatlari hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda tajribalarni rejalashtirish, eksperimental ma'lumotlarni kompyuterda qayta ishlash, tizimli tahlil, texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish hamda o'lchashning aniq usullari va zamonaviy o'lchov-nazorat asboblaridan foydalanib tajribalar o'tkazishning umume'tirof etilgan va sinalgan usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

barabanli quritgichlarda qo'llanadigan nasadka konstruksiyalarining tizimli tahlili o'tkazilgan v simon tipdagi nasadka konstruksiyasi ishlab chiqilib suglinokni quritish jarayoni uchun nasadka parametrlari asoslangan;

v simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning aerodinamik qarshiligi issiqlik agenti tezligi $v = 5 \div 20$ m/s oralig'i uchun aniqlangan va empirik tenglama tavsiya etilgan;

v simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichda asosiy nasadkalarining soni 20, 24 va 28 dona bo'lganda ishchi organlarning ishqalanish va

maxalliy qarshilik koeffitsientlari $2,9 \div 5,9$ gacha ko'tarilishi tajribaviy aniqlangan; aerodinamik qarshilikning quyi va yuqori yuklamalarida materialni quritgichda bo'lish vaqti, xarorati, material namligi, issiqlik sig'imi hamda moddiy balansi aniqlangan;

issiqlik agenti tezligining $5 \div 20$ m/s oralig'i uchun materialni isitishga sarflangan issiqlik miqdori $1151 \div 1241$ kJ/(kg·K) bo'lishi aniqlangan va empirik tenglama tavsiya etilgan;

suglinokni quritish jarayonida ν simon nasadkani qo'llash uning namligini $2,9 \div 5$ % tushirish imkonini bergan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

tizimli tahlili asosida ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasi taklif qilingan hamda materialni baraban ko'ndalang kesimi bo'ylab teng taqsimlanish darajasi 77 % bo'lishi ta'minlagan;

ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasini qo'llash orqali olingan natijalar quritilayotgan suglinkoning namligini $2,9 \div 5$ % tushirish hamda jarayonga sarflanadigan issiqlik agenti energiyasini 1,3 barobarga kam sarflash imkoni yaratilgan;

ν simon tipdagi nasadkani qo'llash quritgichning ish unumdorligi 13,6 kg/s tashkil qilganda issiqlik agenti tezligi 16,45 m/s dan 13,6 m/s ga, barabandan chiqishda issiqlik agenti temperaturasi 73,1 dan 50 °C gacha kamayishini hamda issiqlik almashinish yuzasiga ta'siri 1,12 barobarga ortishini ta'minlagan.

Tadqiqot natijalarini ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'tkazilganligi, ν simon tipdagi nasadka parametrlarini nazariy jihatdan asoslashda gidravlika, gidrodinamika, fizika, kimyo, matematik statistika uslublari bilan ishlov berilganligi, nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarining o'zaro adekvatligi, bajarilgan tadqiqotlar asosida takomillashtirilgan apparat tajriba sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mavjud apparatlar konstruksiyasining tahlillari asosida ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasining ishlab chiqilganligi hamda aerodinamik qarshiligining quyi va yuqori yuklamalarida materialni quritgichda bo'lish vaqti, xarorati, material namligi, issiqlik sig'imi hamda moddiy balansiga ta'siri o'rganilganligi bilan izoxlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasini quritgichda qo'llash orqali suglinokni baraban ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab teng taqsimlanish darajasini ta'minlash, apparatning maqbul parametrlarini aniqlash, quritilayotgan materialning fizik-kimyoviy hususiyatlarini e'tiborga olgan holda quritish jarayonining rejim parametrlarini tanlash, natijalarni ishlab chiqarishga qo'llashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarini joriy qilinishi. ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari va uni suglinokni intensiv quritish jarayonida qo'llash bo'yicha olingan natijalar asosida;

ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasi "Turon eco cement group" MCHJ xom

ashyo quritish sexining “2024-2025 yillarda joriy etiladigan istiqbolli ilmiy ishlanmalar ro’yhati”ga kiritilgan (“Turon eco cement group” MChJ korxonasi)ning 10.07.2024 yildagi ma’lumotnomasi). Natijada sanoat sinovlarida quritgichning ish unumdorligi 13,6 kg/s tashkil qilganda issiqlik agenti tezligi 16,45 dan 13,6 m/s ga, barabandan chiqishda issiqlik agenti temperaturasi 73,1 dan 50 °C gacha kamayishini hamda issiqlik almashinish yuzasiga ta’siri 1,12 barobarga ortishi imkoniyati yaratilgan;

suglinokni quritish texnologik jarayonini to’liq qanoatlantirishni inobatga olib tavsiya etilgan nasadkalarini sanoat nusxalarini ishlab chiqarish va tayyorlash texnologiyasi “Turon eco cement group” MChJning 2024-2028-yillarda amaliyotga joriy etiladigan ishlar ro’yxatiga kiritilgan. U simon tipdagi nasadka konstruksiyasining sanoatga qo’llanilishi quritilayotgan suglinkoning namligini 2.9÷5 % tushirish hamda jarayonga sarflanadigan issiqlik agenti energiyasini 1,3 barobarga kam sarflash imkoni bergan (O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasining 2024 yil 27-avgustdagi 04/13-2411-sonli ma’lumotnomasi).

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muxokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 16 ta ilmiy ish chop etilgan bo‘lib, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta maqola, shundan 5 ta respublika va 3 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya xajmi 126 betni tashkil etadi.

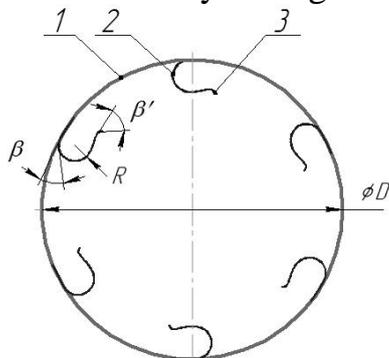
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, obyekt va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va Dissertatsiya tuzilishi to‘g‘risidagi ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiya ishining “**Suglinokni quritish jarayoni tahlili**” nomli birinchi bobida muammoning o‘rganilganlik darajasi va uning yechimi uchun texnik vazifa ishlab chiqilgan. “Turon eco cement group” MChJning sement ishlab chiqarish jarayoni va qurilmalarini takomillashtirish orqali ish unumdorligi, sementning sifat ko‘rsatkichlari va jarayonga sarflanadigan energiya miqdorini tejash masalalari o‘rganilgan. Tahlil natijalari asosida sarflanayotgan energiyaning qariyb 60 % quritish jarayonlariga to‘g‘ri kelishi aniqlangan.

Dissertatsiya ishining “**Barabanli quritgich uchun nasadka**

konstruksiyasini ishlab chiqish va uning parametrlarini nazariy asoslash nomli ikkinchi bobida suglinokni quritish jarayoni uchun barabanli quritgich ichki issiqlik almashinish qurilmalarining zamonaviy turlari ajratib olindi. MatLab dasturi asosida to'rt pog'onali tizimli tahlildan o'tkazildi. Tizimli tahlil natijalari va tanlangan konstruksiyalarning afzal jihatlarini e'tiborga olib v simon tipdagi nasadka konstruksiyasining sxemasi ishlab chiqildi (1-rasm).



- 1 - baraban korpusi;
- 2 - v simon tipdagi nasadka;
- 3 - nasadkaning materialni to'kish qismi

1-rasm. v simon nasadkaning qurilmaga o'rnatilish sxemasi

Taklif etilayotgan nasadka konstruksiyasining boshqa turdagi konstruksiyalardan asosiy afzalligi shundaki, birinchidan, quritgichga o'rnatilgan nasadkaning aylanishi davomida quritilayotgan materialni to'kish qismining x va y o'qiga nisbatan doimiy qiyalik burchagida bo'lishi baraban ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab material pardasini maksimal qiymatigacha ko'tarish imkonini beradi, ikkinchidan, quritilayotgan materialni qabul qiluvchi hajmi R radiusining boshqa nasadkalarga nisbatan kattaligi

hisobiga quritilayotgan material baraban ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab soat strelkasi 10:00 va 14:00 oraliq'ida to'kilishini ta'minlaydi. Bu esa o'z navbatida ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab ishlamaydigan zonalarining kamayishiga hamda quritish intensivligining ortishiga sabab bo'ladi.

Lekin ushbu qurilmaga o'xshash qurilmalarning ish parametrlari, shu jumladan, gidravlik qarshilikning maqbul parametrlarini asoslash, quritish kinetikasi, materialning quritgich ichida bo'lish vaqti, haroratlar farqi hamda quritishning moddiy balansi bo'yicha tadqiqotlar yetarli darajada o'tkazilmagan.

Shu bois mazkur ish v simon turdagi nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgich parametrlarini asoslashga yo'naltirildi va quyidagi nazariy tadqiqotlar o'tkazildi.

v simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning gidravlik qarshiligini ΔP (Pa) nazariy asoslashda R.J. Tojiyev, A.S. Isomidinov va R.X. Mirsharipovlar tomonidan tavsiya etilgan tenglamadan foydalanildi va quritgich ishchi zonasining aniqlangan qarshilik koeffitsienti uchun quyidagi tenglama tavsiya etildi:

$$\Delta P = 2,5 \cdot w^2 \cdot \rho, \quad (1)$$

bunda w - qurituvchi agentning tezligi, m/s; ρ - материал zichligi, $\text{кг}/\text{м}^3$.

(1) tenglama orqali v simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning umumiy gidravlik qarshiligini aniqlash imkoniga ega bo'lamiz.

Quritish jarayonini eksperimental statik va matematik modellashtirishda mavjud adabiyotlarda va injenerlik hisoblarida foydalaniladigan tengamalar asos qilib olindi.

Issiqlik agenti haroratining material namligiga ta'sirini nazariy asoslashda issiqlik miqdorini dQ (Vt) aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalanildi,

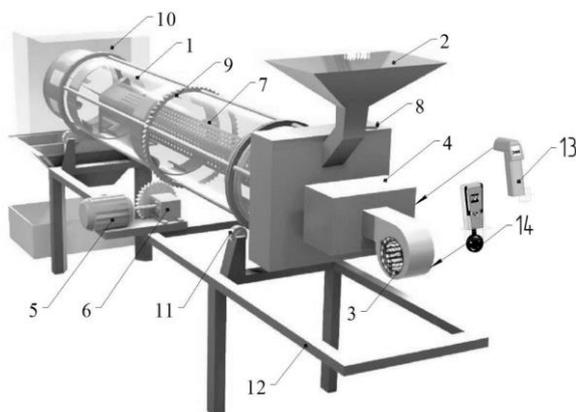
$$dQ_M = \rho_M \cdot c_M \cdot S \cdot \frac{dT}{d\tau} \cdot dl, \quad (2)$$

bunda ρ_M - material zichligi, kg/m³; c_M - materialning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K); T - material harorati, K; S - sochilayotgan suglinka egallagan yuza, m²; l - baraban uzunligi, m; τ - vaqt, s.

Dissertatsiya ishining **“Barabanli quritgichda suglinokni quritish jarayonini tadqiq etish, natijalarni qayta ishlash va optimallashtirish”** nomli uchinchi bobida eksperimental tadqiqotlar dasturi, yaratilgan laboratoriya qurilmasi, ν simon turdagi nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgich gidrodinamikasi, gidravlik qarshilikning quritilayotgan materialni quritgichda bo'lish vaqtiga, issiqlik agenti tezligiga, material namligiga, dispers material ichki strukturasi quritish jarayoniga, quritgich gidravlik qarshiligining material haroratiga va unumdorligiga bog'liqligi bo'yicha o'tkazilgan eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan.

Eksperimental tadqiqotlar Farg'ona politexnika institutining “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasida o'quv va ilmiy-tadqiqot poligonida o'tkazildi. 2-rasmda barabanli quritgich laboratoriya qurilmasining umumiy ko'rinishi keltirilgan.

ν simon turdagi nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgich gidrodinamik rejimlarini tadqiq etish. ν simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning gidrodinamik rejimlari issiqlik agenti (kaloriferda 120 °C gacha qizdirilgan havo) tezligi, quritgichga berilayotgan materialning sekundli ish unumdorligi va ν simon nasadka sonining turli qiymatlari uchun aniqlandi.

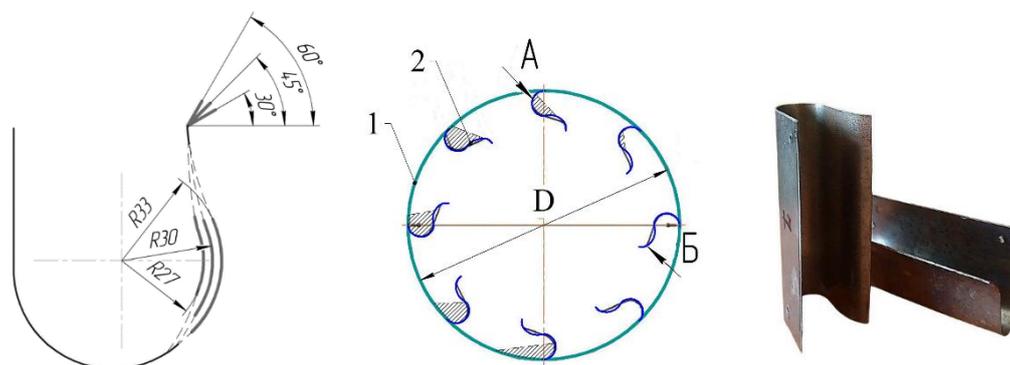


- 1 - baraban tanasi; 2 - mahsulot bunkeri;
- 3 - ventilyator;
- 4 - kolorefer; 5 - elektrodvigatel;
- 6 - reduktor; 7 - ν simon nasadka;
- 8 - shiber; 9 - tishli uzatma;
- 10 - to'kish bunkeri; 11 - tayanch rolik;
- 12 - tayanch rama;
- 13 - termometr; 14 - anemometr

2-rasm. Barabanli quritgichning umumiy ko'rinishi

Tadqiqotlarni o'tkazish uchun o'zgaruvchi omillarning quyidagi chegaralari, asosiy nasadkalar soni 20; 24 va 28 (nasadkalar quritish zonalarini bo'yicha shaxmat tartibida joylashtirilgan), issiqlik almashinish zonalarini soni 5 ta, kaloriferdan chiqayotgan issiqlik agentining (havo) tezligi $\nu = 5 \div 20$ m/s, qurilmaning ish unumdorligi $Q_{unm} = 0,073 \div 0,083$ kg/s (oraliq qadam 0,005 kg/s bilan ortib bordi). Quritgich barabanining tekislikka nisbatan qiyalik burchagi $\alpha = 13$ gradus (texnologik reglament bo'yicha), quritgich barabanining aylanishlar chastotasi $n = 5$ ayl/min belgilandi. Tajribalarni o'tkazishda eksperimental

tadqiqotlarning ko'p omilliligi hisobga olindi va parametrlarning quyi va yuqori yuklamalari uchun taqqoslash grafiklari qurildi.



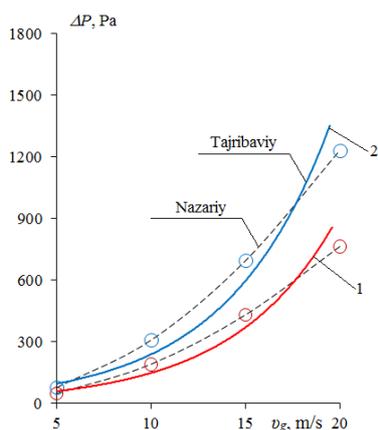
1 - baraban korpusi; 2 - nasadka;

3-rasm. v- simon nasadkaning ko'rinishi va uni barabanga o'rnatish sxemasi

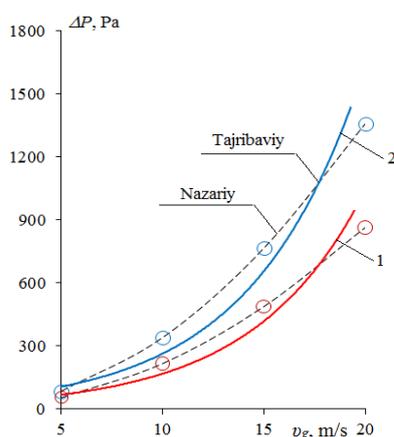
Tadqiqotlar quyidagi ketma-ketlikda olib borildi. Quritgich bunkeriga yuklangan quritilayotgan material (suglinok dastlabki namligi 18%) $Q_{umm} = 0,073 \div 0,083$ kg/s (oraliq qadam 0,005 kg/s bilan ortib bordi) bilan quritgichga berildi. Dastlabki kiritilgan materialning quritgich beshta zonasidan o'tish vaqti belgilandi. Quritgichga kirish va chiqish zonalaridagi issiqlik agenti tezligi VA06–Trotec anemometri hamda quritgich ichki hajmidagi bosim yo'qotilishi JM-510 rusumli elektron o'lchash apparatida aniqlandi. Har bir o'tkazilgan tajribalar 5 marotabadan takrorlangan holda olib borildi va aniqlangan qiymatlarning o'rta arifmetik qiymati qabul qilindi. Tajriba natijalari 4, 5 va 6-rasmlarda keltirilgan.

4, 5 va 6- rasmlarda berilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, issiqlik agenti tezligi $v = 5 \div 20$ m/s gacha va $Q_{umm} = 0,073 \div 0,083$ kg/s gacha oraliq qadam 0,005 kg/s ortib borganda, barabanli quritgichga yuklanayotgan quyi yuklamada v simon nasadka sonining ortishiga bog'liq ravishda gidravlik qarshilikning minimal qiymati $\Delta P = 47 \div 1233$ Pa gacha o'sishi materialni quritgichda bo'lish vaqtini 7,5÷12,1 minutgacha uzaytirgan bo'lsa, gidravlik qarshilikning maksimal qiymati $\Delta P = 61 \div 1535$ Pa gacha o'sishi materialni quritgichda bo'lish vaqtini 9,5÷15 minutgacha uzaytirdi.

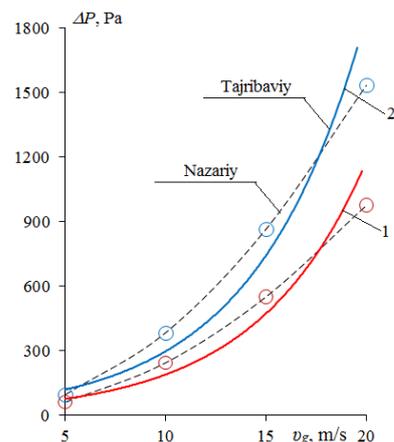
Qurtilayotgan materialning qurish tezligini oshirish quritgich konstruksiyasiga ham bog'liq bo'lib, konstruksiya qanchalik murakkablashsa qurish tezligi ortadi, lekin qurituvchi qurilmaning gidravlik qarshiligi ko'tarilishi hisobiga unumdorlik tushib ketadi. Ushbu tadqiqot ishida minimal qarshilikda yuqori intensiv quritishni ta'minlash masalasi qo'yilgan bo'lib, bunda quritgich konstruksiyasining turli murakkab turlarida mahsulot namligining o'zgarishini o'rganish lozim. Bundan tashqari materialning qurish tezligi uning fizik-kimyoviy xossasiga ham bog'liq bo'ladi.



4) $Q_{unm} = 0,073 \text{ кг/с}$,
 v - simon nasadkalar soni
 $n = 20$ dona va
 quritilayotgan materialni
 to'kish qiyalik burchagi
 $\alpha = 60$ gradus;



5) $Q_{unm} = 0,078 \text{ кг/с}$,
 v - simon nasadkalar soni
 $n = 24$ dona va
 quritilayotgan materialni
 to'kish qiyalik burchagi
 $\alpha = 45$ gradus;



6) $Q_{unm} = 0,083 \text{ кг/с}$,
 v - simon nasadkalar soni
 $n = 28$ dona va
 quritilayotgan materialni
 to'kish qiyalik burchagi
 $\alpha = 30$ gradus;

4, 5 va 6 - rasmlar. Gidravlik qarshilikni issiqlik agenti tezligiga bog'liqligi

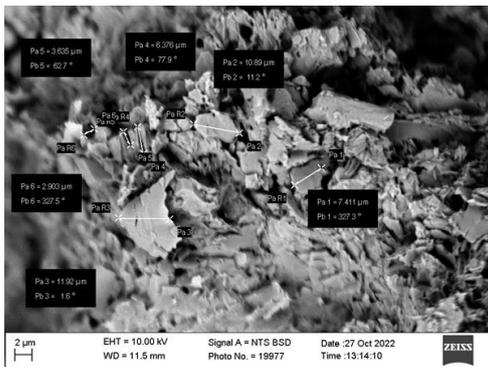
Issiqlik agenti tezligining material namligiga ta'sirini tadqiq etish.
 Yuqoridagilardan kelib chiqib materialni quritish tezligi, quritgichda bo'lish vaqti va quritish unumdorligining aniq qiymatini va unga sarflanadigan energiya miqdorini minimallashtirish uchun uning ichki strukturasi analiz qilindi hamda fotomikrografigi olindi. 7 a; b va v-raslarda sement ishlab chiqarishda asosiy xom-ashyolar hisoblanadigan suglinokning ichki tuzilishidagi 2 mkm, makro va mikro yoriqlar hamda teshiklarni 1000, 1500 va 2000 marta kattalashtirilgan fotomikrografigi keltirilgan.

Analiz natijalari va o'rganilgan ko'plab tadqiqot natijalaridan shunday xulosa qilish mumkinki, materialdagi namlikning issiqlik agenti bilan o'zaro ta'siri va u orqali namlikning gaz fazaga o'tish tezligi (quritish tezligi) ni jadallashtirish uchun materialning ichki tuzilishi muhim ahamiyatga ega.

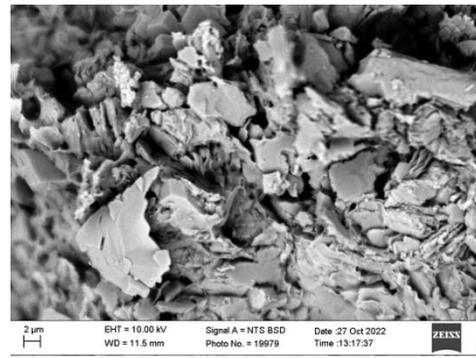
Tekshirilayotgan obyekt (7-rasm) suglinokning fotomikrografidan ko'rinadiki, material ichki strukturadagi yoriqlar (dislokatsiya) sezilarsiz darajada bir biriga yaqin va ularning o'rtacha o'lchami $0,02 \div 0,03$ mkm oralig'ida. Bunday kichik o'lchamdagi yoriqlardan namlikni bug'latish uchun albatta qo'shimcha energiya zarur yoki issiqlik miqdorini reglamentda belgilanganidan nisbatan ko'proq berish kerak bo'ladi. Bugungi kungacha o'tkazilgan nazariy hisoblashlarda bu holat hisobga olinmagan.

Material strukturasi o'rganish natijasida materialni quritishga berilayotgan issiqlik miqdori 20 % ga oshirildi (quritgich ichiga berilayotgan issiqlik agenti harorati $120 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha ko'tarildi).

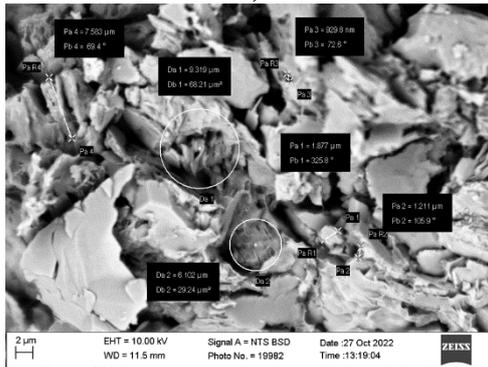
Tajriba natijalaridan shunday xulosa qilish mumkinki, barabanga mahsulotni to'ldirish koeffitsientining ortib borishi apparatdagi qarshilik koeffitsientining ko'tarilishiga olib kelar ekan. Shu bilan birga v simon turdagi nasadka sonining ortishi hamda uning materialni to'kish qiyalik burchagining kamayishi qurilmada



a)



b)



v)

a) 1000x(2mkm); b) 1500x(2mkm);
v) 2000x(2mkm).

7-rasm Dispers material ichki tuzilishining fotomikrografi

quritilayogan material namligini sezilarli darajada kamayishiga olib kelar ekan. Bundan tashqari konstruksiyaning murakkablashishi barabanning ko'ndalang kesim yuzasida material pardasi koefitsientining ortishiga va bu esa o'z navbatida qarshilik koefitsientining yanada ko'tarilishiga sabab bo'ladi.

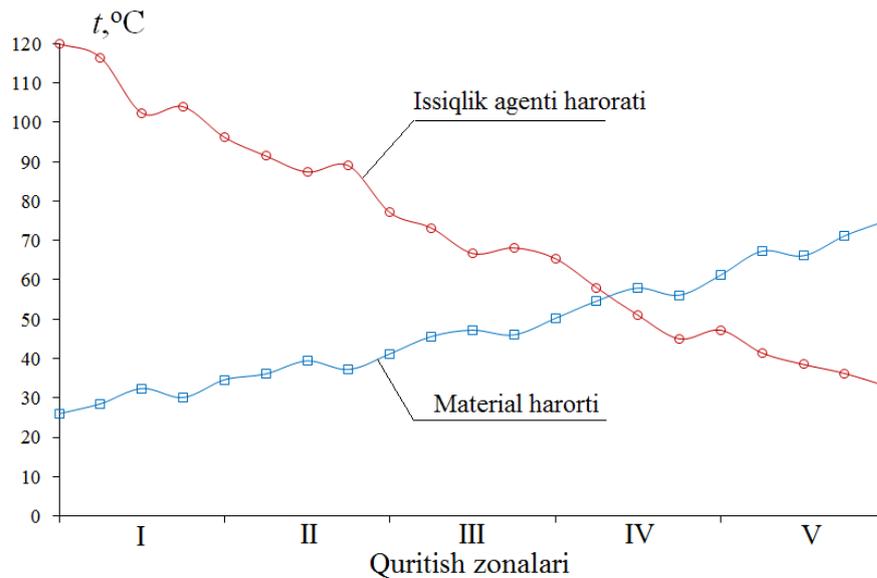
Quritgich gidravlik qarshiligining material haroratiga ta'sirini tadqiq etish. Quritishga kiritilayotgan materialning ichki strukturasi, nam saqlash qobiliyati va o'zaro almashinuvchanlik koefitsientini bilish muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonlarni o'rganish yo'qotilayotgan energiya miqdorini kamaytirish imkonini beradi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib tadqiq etilayotgan obyekt uchun quritgichning turli parametrlarida issiqlik almashinishing modifikatsiyasi o'rganildi va jarayonda yo'qotilayotgan energiya aniqlandi

Shu kunga qadar bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlari hamda injenerlik hisoblaridan ma'lumki, quritish apparatining texnologik va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari asosan quritgichdagi issiqlik va massa almashinish intensivligiga bog'liq bo'lib, bu o'z navbatida qurilmadagi materialga o'tkaziladigan issiqlik miqdoriga hamda uning gidravlik qarshiligi, barabanning aylanishlar soni va barabanning tekislikka nisbatan qiyalik burchagiga bog'liq bo'lib, material qabul qiladigan issiqlik miqdorini Q (Vt) nazariy aniqlash uchun quyidagi tenglama tavsiya etiladi:

$$Q = \alpha_v \Delta t_{cp} V_b \quad (3)$$

bunda α_v - hajmiy issiqlik berish koefitsienti, Vt/(m³K); Δt_{sr} - gaz va materialning o'rtacha haroratlar farqi, °C; V_b - quritish apparatining hajmi, m³.



8-rasm. Baraban zonalari bo'yicha material va issiqlik agenti haroratining o'zgarish grafigi

(3) tenglamadan shuni ko'rish mumkinki, Q ni oshirish uchun uchta yo'nalishdan foydalanish mumkin: baraban hajmining ortishi; o'rtacha harorat farqining oshishi; hajmiy issiqlik berish koeffitsientning ortishi.

Shuning uchun materialni intensiv quritish jarayonini loyihalashda baraban qarshiligini ham e'tiborga olish zarur bo'ladi. Shu paytgacha bajarilgan ilmiy tadqiqot ishlarida bu parametr deyarli e'tiborga olmasa ham bo'ladigan kattalik deb qarab kelingan. Lekin gidravlik qarshilikning ortishi materialni quritish zonasida ko'proq ushlab turish imkonini beradi. Bu esa o'z navbatida quritish samaradorligini oshirib, material va issiqlik agenti o'rtasidagi issiqlik almashinishini yaxshilaydi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib quritgich gidravlik qarshiligining material haroratiga ta'siri tadqiq etildi. Tajriba natijalari 1- va 2- jadvallarda keltirilgan.

Quyidagi 1-jadvalda quritish jarayoniga kiritilayotgan parametrlarning quyi yuklamasi ya'ni, ish unumdorligi $Q_{unm} = 0,073$ kg/s, issiqlik agenti tezligi 5 m/s, nasadkaning materialni to'kish qiyalik burchagi 60 gradus va nasadkalar soni 20 dona bo'lganda olingan tajriba natijalari.

Quyidagi 2 - jadvalda esa quritish jarayoniga kiritilayotgan parametrlarning quyi yuklamasi ya'ni, ish unumdorligi $Q_{unm} = 0,083$ kg/s, issiqlik agenti tezligi 20 m/s, nasadkaning materialni to'kish qiyalik burchagi 30 gradus va nasadkalar soni 28 dona bo'lganda olingan tajriba natijalari.

1- va 2- jadvallarda aniqlangan qiymatlar shuni ko'rsatdiki, quritgichda quritilayotgan material ichki strukturasi qanchalik murakkab bo'lsa undagi namlikni chiqarish quritish jarayoniga sarflanadigan energiyani ko'paytiradi. Bundan tashqari quritish qurilmalarida material va issiqlik agentiga ta'sir etuvchi qarshilikning ortishi bilan namlikning chiqish tezligi ortadi, lekin quritgich ish unumdorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

1-jadval

**Quritgichga berilayotgan material ish unumdroligi 0,073 kg/s bo'lganda
suglinokni quritishga sarflanadigan issiqlik miqdori va issiqlik balansining
qiymatlari**

№	Issiqlik agenti tezligi, m/s	Gidravlik qarshiligi, Pa	Materialning quritgichda bo'lish vaqti, min	Quritilayotgan materialning dastlabki namligi, %	Suvning issiqlik sig'imi, kJ/kg*K	Issiqlik agenti haroratsi, °C	Suglinokning issiqlik sig'imi, kJ/kg*K	Suglinokni isitishga sarflangan issiqlik miqdori, kJ/kg*K	Issiqlik balans, kJ/kg*K
v simon turdagi nasadkalar soni 20 dona bo'lganda									
1	5	47	7,5	18	419	120	0,835	212	1241
2	10	191	7,5	18	419	120	0,835	208	1244
3	15	431	7,5	18	419	120	0,835	221	1233
4	20	764	7,5	18	419	120	0,835	223	1231
v simon turdagi nasadkalar soni 24 dona bo'lganda									
1	5	52	8,2	18	419	120	0,835	237	1219
2	10	212	8,2	18	419	120	0,835	238	1218
3	15	477	8,2	18	419	120	0,835	246	1211
4	20	849	8,2	18	419	120	0,835	252	1205
v simon turdagi nasadkalar soni 28 dona bo'lganda									
1	5	62	9,8	18	419	120	0,835	258	1200
2	10	252	9,8	18	419	120	0,835	259	1199
3	15	566	9,8	18	419	120	0,835	271	1188
4	20	1004	9,8	18	419	120	0,835	278	1182

2-jadval

**Quritgichga berilayotgan material ish unumdroligi 0,083 kg/s bo'lganda
suglinokni quritishga sarflanadigan issiqlik miqdori va issiqlik balansining
qiymatlari**

№	Issiqlik agenti tezligi, m/s	Gidravlik qarshiligi, Pa	Materialning quritgichda bo'lish vaqti	Quritilayotgan materialning dastlabki namligi, %	Suvning issiqlik sig'imi, kJ/kg*K	Issiqlik agenti haroratsi, °C	Suglinokning issiqlik sig'imi, kJ/kg*K	Suglinokni isitishga sarflangan issiqlik miqdori, kJ/kg*K	Issiqlik balans, kJ/kg*K
v simon turdagi nasadkalar soni 20 dona bo'lganda									
1	5	73	11,5	18	419	120	0,835	229	1226
2	10	292	11,5	18	419	120	0,835	231	1224
3	15	657	11,5	18	419	120	0,835	243	1213
4	20	1168	11,5	18	419	120	0,835	250	1207

v simon turdagi nasadkalar soni 24 dona bo'lganda									
1	5	82	12,9	18	419	120	0,835	258	1200
2	10	328	12,9	18	419	120	0,835	265	1194
3	15	741	12,9	18	419	120	0,835	277	1183
4	20	1315	12,9	18	419	120	0,835	283	1177
v simon turdagi nasadkalar soni 28 dona bo'lganda									
1	5	95	15	18	419	120	0,835	258	1173
2	10	383	15	18	419	120	0,835	259	1167
3	15	865	15	18	419	120	0,835	271	1156
4	20	1535	15	18	419	120	0,835	278	1151

Dissertasiya ishining “**Natijalarni matematik qayta ishlash, sanoatda qo'llash va iqtisodiy ko'rsatkichlarni baholash**” deb nomlangan to'rtinchi bobida ko'p omilli eksperiment natijalarini matematik modellash orqali quritgichning optimal parametrlari aniqlangan hamda aniqlangan parametrlar asosida sanoat sinovlari o'tkazilgan.

Tajriba natijalariga ishlov berish va optimal parametrlarni asoslash. Nazariy tadqiqotlar va ko'p omilli eksperimentlarda apparatga berilayotgan issiqlik agenti tezligi X_1 , v simon turdagi nasadkalar soni X_2 , v simon turdagi nasadkaning materialni to'kish qiyalik burchagi X_3 va barabanli quritgichga kirayotgan material ish unumdorligi X_4 barabanli quritgichga berilayotgan issiqlik agenti (issiqlik agenti sifatida 120 °C gacha qizdirilgan havodan foydalanilgan) harorati, quritilayotgan material namligi va apparat gidravlik qarshiligiga eng ko'p ta'sir etuvchi omillar ekanligi aniqlandi. Ko'p omilli eksperimentlarni o'tkazishda baholash mezonlari sifatida materialni quritish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori Y_1 , quritilayotgan material namligi Y_2 va apparat gidravlik qarshiligi Y_3 deb qabul qilindi.

Baholash mezonlariga omillarning ta'sirini ikkinchi darajali polinom to'liq yoritib beradi deb hisoblab, tajribalar HARTLI-4 rejasi asosida amalga oshirildi. Baholash mezonlariga nazorat qilinmaydigan omillarning ta'sirini kamaytirish uchun tajribalarni o'tkazish ketma-ketligi tasodifiy sonlar jadvalining 1/17 ko'rinishidan foydalanib belgilab olindi hamda suglinok mahsulotini quritishda maqbul parametrlarni aniqlash uchun 5 marotabadan alohida-alohida takrorlangan holda tajribalar o'tkazildi. Olingan tajriba natijalarining o'rta arifmetik qiymatlari tanlandi.

Tajriba natijalariga tegishli tartibda ishlov berilib, baholash mezonlarini adekvat ifodalovchi quyidagi 4, 5 va 6 regressiya tenglamalari “PLANEX” programmasining HARTLI-4 dasturi bo'yicha olindi.

Unga ko'ra materialni quritishga sarflanadigan issiqlik miqdori quyidagi regressiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadi, kJ/(kg·K):

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & 29.5 - 1.86X_1 - 3.6X_2 - 0.3X_3 - 10.9X_4 + 0.26X_1X_1 + 0.21X_2X_2 + \\
 & + 0.26X_3X_3 + 0.11X_4X_4 + 0.9X_1X_2 + 0.88X_1X_3 + 0.66X_1X_4 - 0.61X_2X_3 - \\
 & - 0.88X_2X_4 + 0.91X_3X_4
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Issiqlik agenti ta'sirida material namligining o'zgarishi quyidagi regressiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadi, kg/kg:

$$Y_2 = 11.07 - 0.75X_1 - 1.33X_2 - 0.4X_3 - 3.3X_4 + 0.22X_1X_1 + 0.4X_2X_2 + 0.22X_3X_3 + 1.34X_4X_4 - 0.62X_1X_2 + 0.53X_1X_3 + 0.74X_1X_4 - 0.67X_2X_3 + 0.31X_2X_4 + 0.99X_3X_4 \quad (5)$$

quritgich gidravlik qarshiligi quyidagi regressiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadi, Pa;

$$Y_3 = 488 + 526.8X_1 + 74.7X_2 + 36.6X_3 + 243.7X_4 + 65.6X_1X_1 - 37.6X_2X_2 - 69.7X_3X_3 + 156.4X_4X_4 + 80.6X_1X_2 + 50X_1X_3 + 40X_1X_4 - 192.9X_2X_3 + 24.7X_2X_4 + 11.6X_3X_4 \quad (6)$$

Shunday qilib, suglinok mahsulotini quritish jarayoni uchun apparatning maqbul parametrlari standart holatga keltirildi: apparatga berilayotgan issiqlik agenti tezligi - 12,7 m/s; ν simon turdagi nasadkalar soni - 24 dona; ν simon turdagi nasadkaning materialni to'kish qiyalik burchagi - 37 °C; barabanli quritgichga kirayotgan material bo'yicha ish unumdorligi - 0,079 kg/s ni tashkil etdi

Omillarning bu qiymatlarida suglinok mahsulotini quritish jarayonida sarflanadigan issiqlik miqdori 295 kJ/(kg·K), quritilayotgan material namligi 2,79÷3,2 % va apparat gidravlik qarshiligi 656 Pa ni tashkil etdi.

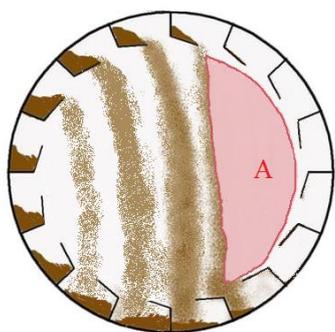
3-jadval

Nasadkaning konstruktiv parametrlari

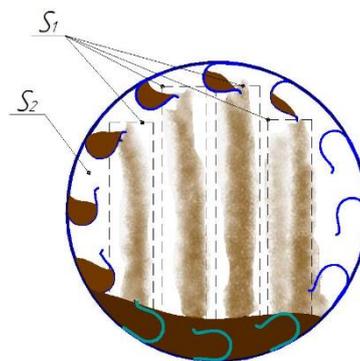
№	Nomi	Birligi	Son qiymati
1	Uzunligi	mm	1250
2	Nasadkaning tayanch qismi balandligi	mm	320
3	Nasadkaning to'kish qismi balandligi	mm	350
4	Nasadkalarining mahsulotni to'kish qismi qiyalik burchagi	градус	37
5	Nasadkadan payvandlash chokigacha bo'lgan masofa	mm	320
7	Mahsulotni miqdoriy hajmi	kg	45

9-rasmda r- simon turdagi nasadka bilan jihozlangan quritgichning sxemasi, material bilan baraban yuza kesimini yopish pardasi va ochiq "A" zonasining vizual ko'rinishi keltirilgan.

Taklif etilayotgan ν - simon turdagi nasadka bilan jihozlangan quritgichda jarayonning vizual holati sxemasi ishlab chiqildi hamda ochiq va yopiq zonalarning qiymatlari birinchi va ikkinchi qatorlar uchun (qatorlarga joylashtirilgan nasadkalar shaxmat tartibida ekanligi inobatga olindi) taqribiy aniqlandi. Unga ko'ra yopiq zona 4,8 m² va ochiq zona 1,59 m² tashkil etdi.



9-rasm. Γ -simon nasadka bilan jihozlangan quritgich yuza kesimida ochiq va yopiq zonalar sxemasi



10-rasm. Taklif etilayotgan nasadka bilan jihozlangan quritgich yuza kesimida ochiq va yopiq zonalarining vizual sxemasi

ν simon turdagi nasadkani sanoatda qo'llash va uning texnik parametrlarini baholash. O'tkazilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar asosida ν simon turdagi nasadkaga dastlabki talablar hamda texnik topshiriq ishlab chiqildi va shular asosida "Turon eco cement group" MChJning suglinok xom ashyosini quritish bo'limida tajriba sinovlari o'tkazildi. Shu bilan birgalikda tadqiqot natijalari asosida nasadka konstruksiyasining sanoat nusxasini ishlab chiqarish uchun "Turon eco cement group" MChJ ning konstruktorlik bo'limiga topshirildi. Taklif qilinayotgan ν simon turdagi nasadkaning 12 dona yarim sanoat nusxasi tayyorlandi va suglinokni quritish texnologik chizig'idagi barabanli quritgichga shaxmat tartibida 2 zonadan iborat qilib payvandlandi.

Ikkinchi bosqichda taklif etilayotgan nasadkaning ishchi holati o'rganildi. Mavjud quritgichning texnik parametrlari asosida baraban kesim yuzasi bo'ylab nasadkalar shaxmat tartibida 2 qatordan iborat qilib joylashtirilgan holat mahsulot harakat traektoriyasi o'rganildi (11-rasm).



11-rasm. Nasadkalarining quritgichga o'rnatilgan va ishchi holatidagi ko'inishi

Ish jarayonining foto suratlari olindi va ochiq va yopiq zonalarining qiymatlari birinchi qator uchun taqribiy aniqlandi. Unga ko'ra yopiq zona 4,65 m² va ochiq zona 1,5 m² tashkil etdi.

Tajribaviy hamda tahliliy qiymatlar orasidagi xatolik 3 % dan oshmadi.

Olingan analiz natijalaridan ko‘rinadiki, taklif etilayotgan nasadkaning sanoatga qo‘llanishi suglinokni quritish uchun belgilangan standart texnik talablarni to‘liq qanoatlantiradi.

XULOSA

1. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, tegirmonda tuyilgan suglinok hom ashyoning namligi $5,3 \div 12,4$ % tashkil etadi. Ushbu namlikdagi hom ashyo gomogenizatsiya siloslarida saqlanish holatida uning zarrachalari bir biriga yopishib, qattiq qatlam xosil qiladi va xom ashyoni ta‘minlash jarayonida muammolar keltirib chiqaradi quritish barabanida texnologik reglament talabi bo‘yicha $2,3 \div 5$ % namlikgacha quritilishi talab etiladi.

2. Tizimli tahlil natijalari va tanlangan konstruksiyalarning afzal jihatlarini e‘tiborga olib, suglinokni quritish jarayoni uchun ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasining sxemasi ishlab chiqildi.

3. O‘tkazilgan tajribalarda barabanli quritgich ishchi hajmining qarshilik koeffitsienti quyi yuklama, ya‘ni issiqlik agenti tezligi 5 m/s, ν simon nasadkalar soni 20 dona va quritilayotgan materialning unumdorligi 0,073 kg/s bo‘lganda $\zeta = 2,9$ ga va yuqori yuklama, ya‘ni 20 m/s, ν simon nasadkalar soni 28 dona va quritilayotgan materialning unumdorligi 0,083 kg/s bo‘lganda $\zeta = 5,9$ bo‘lishi aniqlandi barabanli quritgich gidravlik qarshiligini aniqlash uchun (1) tenglama tavsiya etildi.

4. Dispers material ichki strukturasi quritish jarayoniga ta‘siri bo‘yicha fotomikrografik analiz natijalari va o‘rganilgan ko‘plab tadqiqot natijalaridan shuni ko‘rsatdiki, ya‘ni materialdagi namlikni issiqlik agenti bilan o‘zaro ta‘siri va u orqali namlikni gaz fazaga o‘tish tezligini (quritish tezligi) jadallashtirish uchun materialning ichki strukturasi muhim ahamiyatga ega.

5. O‘tkazilgan tizimli taxlil asosida ishlab chiqilgan ν simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichda o‘tkazilgan tadqiqot natijalari xatoligi 4 % dan oshmadi va nasadkaning ish ko‘rsatkichlari texnik talablar va topshiriqlarga to‘liq mos keladi.

6. ν simon tipdagi nasadka konstruksiyasini “Turon eco cement group” MChJ xom ashyo sexi quritish barabanida qo‘llash quritgichning ish unumdorligi 13,6 kg/s tashkil qilganda issiqlik agenti tezligi 16,45 dan 13,6 m/s ga, barabandan chiqishda issiqlik agenti temperaturasi 73,1 dan 50 °C gacha kamayishini hamda issiqlik almashinish yuzasiga ta‘siri 1,12 barobarga ortishini ta‘minlagan. Issiqlik agenti tezligi 1,2 barobar kamayishi hisobiga barabandan chiqib ketayotgan hom ashyo changi miqdori 1560 mg/m^3 dan 1300 mg/m^3 ga kamayishi olingan natijalar quritilayotgan suglinkoning namligini $2,9 \div 5$ % tushirish hamda jarayonga sarflanadigan issiqlik agenti energiyasini 1,3 barobarga kam sarflash imkoni berdi.

7. ν - simon tipdagi nasadka konstruksiyasini “Turon eco cement group” MChJ xom ashyo sexi quritish barabanida qo‘llash natijasida bir yilda 544,5 mln so‘m miqdorda iqtisodiy samaraga erishish mumkin.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/31.03.2023.Т.66.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**РАЖАБОВА НАРГИЗАХОН РАХМОналиевна
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОЙ
СУШИЛКИ ДЛЯ СУШКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**02.00.16 - Химическая технология и пищевое производство
процессы и аппараты(технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Наманган - 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером B2024.2.PhD/T4600.

Диссертация выполнена в Фарганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.nammti.uz), и на информационно-образовательном портале «Zionet» (www.zionet.uz).

Научный руководитель:

Тожиев Расулжон Жумабоевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Хамдамов Анвар Махмудович
доктор технических наук, доцент
Сафаров Жасур Эсиргапович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Институт общей и неорганической химии

Защита диссертации состоится «1» март 2025 года в 13⁰⁰ часов на заседании научного совета (PhD) 03/31.03.2023.T.66.05 при Наманганского инженерно-технологического института по адресу: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская 7. Административное здание Наманганского инженерно-технологического института 3 корпус, 2 этаж, малый зал совещаний, ауд.313).Тел./факс: (99869) 225-10-07, (99869) 225-76-75; e-mail: niei_info@edu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (зарегистрирован за № 362). Адрес: 160115, город Наманган, улица Касансайская-7. Тел./факс: (99869) 225-10-07. цифрового

Автореферат диссертации разослан «17» февраля 2025 года.
(протокол рассылки № 16 от «29» января 2025 года).



А.А. Худайбердиев
Председатель Научного совета по
присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

О.Т. Маллабоев
Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученой степени, PhD, доцент

А.М. Хурмаатов
Председатель Научного семинара
при Научном совете по присуждению
ученой степени, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктор философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. Приоритетным вопросом в мировой строительной отрасли стало обеспечение населения качественными строительными материалами, модернизация предприятий отрасли, сокращение объемов импорта, расширение производства экспортной продукции, создание новых рабочих мест за счет запуска производств и, наконец, недопущение роста цен на строительные материалы на рынке и их удешевление. В связи с этим большое научное значение в процессах производства цемента имеют производство качественной и дешевой продукции, совершенствование сушки на основе энергоэффективных технологий и создание новых технологий.

В мире ведутся обширные исследования по производству качественной и недорогой строительной продукции, созданию современных технологических процессов и устройств с автоматизированным управлением, совершенствованию производственных процессов, внедрению современных технологий с высокой эффективностью. Особое внимание уделяется научным и практическим исследованиям, проводимым по приоритетным направлениям, направленным на производство новых видов продукции на основе безотходных технологий за счет эффективной организации процессов производства цемента и снижения энергопотребления.

В нашей республике реализованы цели, направленные на дальнейшее развитие производства строительных материалов, модернизацию предприятий отрасли, широкое привлечение иностранных инвестиций для технологического и технического перевооружения, повышение ее экспортного потенциала и внедрение международных стандартов корпоративного управления. Ведется большая работа по разработке новых научно-технических решений, ресурсоэффективных устройств и технологий с низким металло- и энергоемкостью. В Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы» поставлены задачи по широкому привлечению иностранных инвестиций для дальнейшего развития производства строительных материалов, модернизации предприятий отрасли, технологического и технического их перевооружения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит реализации задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № УП-6244 от 9 июня 2021 года «О дополнительных мерах по повышению промышленного потенциала регионов» от 6 июля 2022 года и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 23 мая 2019 года № ПП-4335 «О дополнительных мерах по опережающему развитию промышленности строительных материалов» и ПП-307 от 6 июля 2022 года «О стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» по инновационному развитию промышленности строительных материалов, расширению ассортимента высококачественной продукции, пользующейся повышенным спросом, разработке научно обоснованных

предложений по повышению экспортного потенциала отрасли и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и техники Республики Узбекистан VII. «Химическая технология, энергетика, энергоресурсо-сбережение».

Степень изученности проблемы. В мировой практике разработаны различные устройства и оборудование, обеспечивающие качественное выполнение процессов первичной и полной сушки сырья и готовых материалов, которые рекомендованы конструкторским бюро для производства новых машин. В частности, по разработке сушильных установок для производства цемента, изучению их параметров и совершенствованию конструкции существующих аппаратов провели научные исследования такие ученые, как В.Ю. Волынский, А.В. Алтухов, М.В. Лыков, В.Н. Меснянкин, В.Н. Блиничев, С.В. Федосов, В.Ф. Фролов, W.C. Saeman, С.Ж. Фридман, F.R. Schofield, P. Chen, H. Shinohara, В.В. Перегудов, О.С. Кочетов, С.А. Кочергин, Н.М. Михайлов, Б.С. Сажин, М.Н. Гамрекели, Н.В. Чугунова, Л.Д. Ярошук, V.N. Furi, Д. Таххан, Ю.Ю. Михайлов, О.М. Чайкин, Г.В. Калашников, А.Н. Храмов и Е.А. Альпеисов, а в нашей республике по разработке, совершенствованию и обоснованию основных параметров сушильного оборудования занимались Х.С. Нурмухаммедов, З.С. Салимов, О.Ф. Сафаров, А.А. Артиков, У.К. Хужакулов, А.М. Хамдамов, Н.М. Курбонов, Ш.М. Маматов, Р.Ж. Тожиев, А.С. Исомидинов, Р.Х. Миршарипов, Х.Ф. Жураев и другие.

В результате проведенных ими теоретических и практических исследований были развиты теоретические основы процессов сушки, усовершенствованы способы и конструкции устройства нового поколения для сушки химических и пищевых материалов, и эти разработки внедрены в производства.

Вместе с тем, в настоящее время ведутся научно-практические исследования по разработке компактных и экспортоориентированных технологий и оборудования для сушки строительных материалов, сырья и продукции пищевой, химической и смежных отраслей промышленности.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ферганского политехнического института на 2022-2025 годы и в рамках хозяйственного договора №71 на тему «Выбор, исследование и практическое применение оптимального режима работы существующих сушильных аппаратов на предприятии», заключенного в 2021 году между предприятием ООО «Tugon eso cement group» и Ферганским политехническим институтом.

Целью исследования является разработка конструкции насадки для барабанной сушилки и обоснование ее режима работы и параметров.

Задачи исследования:

анализ и выявление проблем барабанных сушильных аппаратов и режимов сушки;

систематический анализ конструкций сушилки и сушильной насадки и разработка соответствующей конструкции для процесса;

исследование влияния разработанной конструкции насадки на аэродинамическое сопротивление сушилки и определение нижних и верхних нагрузок коэффициентов сопротивления;

изучение влияния разработанной конструкции насадки времени пребывания и температуру высушиваемого продукта в сушилке;

исследование теплового баланса сушилки при различных значениях переменных параметров исходной влажности, объемного расхода подаваемого в сушилку материала;

оптимизация аэродинамики движения продукта и режима процесса сушки в аппарате, повышение коэффициента энергопотребления.

математическая обработка полученных экспериментальных данных и обоснование оптимальных параметров;

разработка промышленной установки на основе оптимальных параметров сушильной установки и оценка ее экономической эффективности.

Объектом исследования является суглинок, используемый в качестве сырья на предприятии ООО «Turon eco cement group», на основе его физико-химических свойств была выбрана ψ -образная насадка, рекомендованная для процесса сушки в барабанной сушилке, используемой в процессе сушки, а также физическая модель барабанной сушилки для проведения экспериментов.

Предметом исследования являются аналитические зависимости, описывающие влияние гидравлического сопротивления барабанной сушилки с ψ -образной насадкой на изменение скорости теплового агента, температуры материала, влажности материала и времени сушки, а также его технические показатели, коэффициент сопротивления, процессы теплообмена между тепловым агентом и высушиваемым материалом, тепловой баланс, материальный баланс высушиваемого вещества и закономерности изменения энергопотребления

Методы исследования. При выполнении диссертации использованы методы планирования экспериментов, компьютерной обработки опытных данных, системного анализа, математического моделирования технологических процессов, а также апробированные и общепринятые методики проведения опытов с использованием точных методов измерения и современных контрольно-измерительных приборов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

проведен системный анализ конструкций насадки, применяемых в барабанных сушилках, разработана конструкция насадки типа ψ и обоснованы параметры насадки для процесса сушки суглинка;

определено аэродинамическое сопротивление барабанной сушилки с ψ -образной насадкой для скорости теплового агента $v = 5 \div 20$ м/с и рекомендовано эмпирическое уравнение;

экспериментально установлено, что в барабанной сушилке, оснащенной ψ -образной насадкой, при количестве основных насадки 20, 24 и 28 шт. коэффициенты трения и местного сопротивления рабочих органов увеличиваются до $2,9 \div 5,9$;

определены время, температура, влажность материала, теплоемкость и материальный баланс материала в сушилке при низких и высоких нагрузках аэродинамического сопротивления;

определено, что количество теплоты, затраченной на нагрев материала, составляет $1151 \div 1241$ кДж/(кг·К) для диапазона скорости теплового агента $5 \div 20$ м/с и рекомендовано эмпирическое уравнение;

применение ψ -образной насадки в процессе сушки суглинка позволило снизить его влажность на $2,9 \div 5$ %.

Практические результаты исследования:

на основе системного анализа предложена конструкция насадки типа ψ и обеспечена степень равномерного распределения материала по поперечному сечению барабана 77 %.

результаты, полученные с применением конструкции насадки типа ψ , позволили снизить влажность сушимой суглинка на $2,9 \div 5$ %, а также в 1,3 раза меньше затрачивать энергию теплового агента на процесс;

применение насадки типа ψ при производительности сушилки 13,6 кг/с обеспечило снижение скорости теплового агента с 16,45 до 13,6 м/с, температуры теплового агента при выходе из барабана с 73,1 до 50 °С и увеличение влияния на поверхность теплообмена в 1,12 раза.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается проведением исследований с использованием современных методов и средств измерений, обработкой методами гидравлики, гидродинамики, физики, химии, математической статистики при теоретическом обосновании параметров ψ -образной насадки, взаимной адекватностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами экспериментальных испытаний усовершенствованного аппарата на основе выполненных исследований и внедрением его в производство.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется разработкой конструкции насадки типа ψ на основе анализа конструкции существующих аппаратов, а также изучением влияния аэродинамического сопротивления на время нахождения материала в сушилке, температуру, влажность материала, теплоемкость и материальный баланс при низких и высоких нагрузках.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что применение конструкции насадки типа ψ в сушилке обеспечивает равномерное распределение суглинка по поверхности поперечного сечения

барабана, определяет оптимальные параметры аппарата, выбирает режимные параметры процесса сушки с учетом физико-химических свойств высушиваемого материала, а результаты служат для применения в производстве.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных научно-исследовательских работ по конструкции насадки ν -образного типа и полученных результатов её применения в процессе интенсивной сушки суглинка:

конструкция насадки типа ν включена в «Перечень перспективных научных разработок, внедряемых в 2022-2024 годах» спучего сушильного цеха ООО «Turon eco cement group» (акт внедрения на предприятии ООО «Turon eco cement group» от 10.07.2024 г.). В результате промышленных испытаний при производительности сушилки 13,6 кг/с скорость теплоносителя снизилась с 16,45 до 13,6 м/с, температура теплоносителя на выходе из барабана уменьшилась с 73,1 до 50 °С, а эффективность теплообмена увеличилась в 1,12 раза. Промышленное применение конструкции насадки типа ν позволило снизить влажность высушиваемой суглинки на 2,9÷5 %, а также в 1,3 раза снизить расход энергии теплового агента на процесс (справка № 04/13-2411 Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана от 27 августа 2024 года).

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 2 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 8 научных статей, в том числе 5 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 126 страниц.

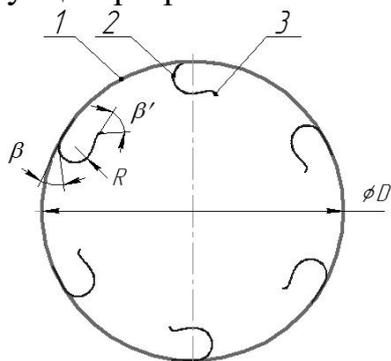
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Анализ процесса сушки суглинка» разработана степень изученности проблемы и техническая задача для ее решения. За счет совершенствования процесса и оборудования производства цемента ООО «Turon eco cement group» были изучены вопросы

производительности, качественных показателей цемента и экономии энергии, затрачиваемой на процесс. По результатам анализа установлено, что около 60 % расходуемой энергии приходится на процессы сушки.

Во второй главе диссертации **“Разработка конструкции насадки для барабанной сушилки и теоретическое обоснование ее параметров”** выделены современные типы внутренних теплообменных установок барабанной сушилки для процесса сушки суглинка и проведен четырехступенчатый системный анализ на основе программы MatLab. С учетом результатов системного анализа и преимуществ выбранных конструкций разработана схема конструкции насадки типа ν (рис. 1).



- 1 - корпус барабана;
- 2 - ν -образная насадка;
- 3 - рассыпная часть насадки

Рис.1. Схема установки ν -образной насадки на устройство

Основное преимущество предлагаемой конструкции насадки по сравнению с другими конструкциями заключается в том, что, во-первых, при вращении насадки, установленной на сушилке, наливная часть высушиваемого материала находится под постоянным углом наклона относительно осей x и y , что позволяет поднимать пленку материала по поверхности поперечного сечения барабана до максимального значения, во-вторых, увеличение радиуса R приемного объема сушеного

материала по сравнению с другими насадками, за счет чего высушиваемый материал выливается по поверхности поперечного сечения барабана с часовой стрелкой между 10:00 и 14:00. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению нерабочих зон по поверхности поперечного сечения и увеличению интенсивности сушки.

Однако исследования по обоснованию параметров работы аналогичных устройств, в том числе оптимальных параметров гидравлического сопротивления, кинетики сушки, времени нахождения материала в сушилке, разности температур и материального баланса сушки проведены недостаточно.

Поэтому данная работа была направлена на обоснование параметров барабанной сушилки, оснащенной насадкой типа ν , и были проведены следующие теоретические исследования.

При теоретическом обосновании гидравлического сопротивления барабанной сушилки с ν -образной насадкой использовано уравнение, рекомендованное Р.Ж. Таджиевым, А.С. Исомидиновым и Р.Х. Миршариповым, и для определенного коэффициента сопротивления рабочей оны сушилки было рекомендовано следующее уравнение ΔP (Pa):

$$\Delta P = 2,5 \cdot w^2 \cdot \rho, \quad (1)$$

где w - скорость сушильного агента, м/с; ρ - плотность материала, кг/м³.

Уравнение (1) позволяет определить общее гидравлическое сопротивление барабанной сушилки с ν -образной насадкой.

В основу экспериментального статистического и математического моделирования процесса сушки положены уравнения, используемые в существующей литературе и инженерных расчетах.

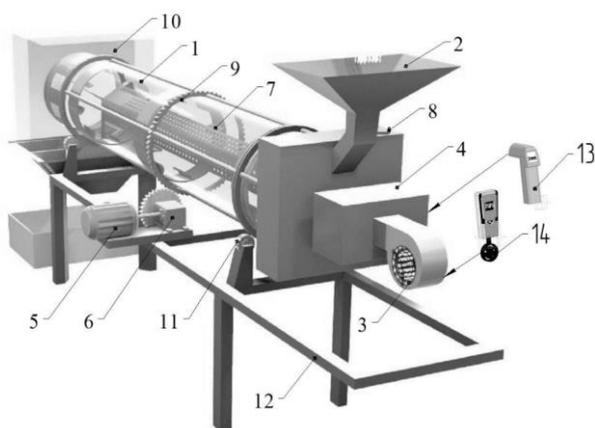
При теоретическом обосновании влияния температуры теплового агента на влажность материала введено использование уравнения количества теплоты dQ (Вт):

$$dQ_M = \rho_M \cdot c_M \cdot S \cdot \frac{dT}{d\tau} \cdot dl, \quad (2)$$

где ρ_M - плотность материала, кг/м³; c_M - удельная теплоемкость материала, Дж/(кг К); T - температура материала, К; S - занимаемая площадь рассыпаемого суглинка, м²; l - длина барабана, м; τ - время, с.

В третьей главе диссертационной работы «**Исследование процесса сушки суглинка в барабанной сушилке, обработка и оптимизация результатов**» приведены программа экспериментальных исследований, созданная лабораторная установка, гидродинамика барабанной сушилки, оснащенной насадкой типа ν , влияние гидравлического сопротивления на время нахождения высушиваемого материала в сушилке, скорости теплового агента на влажность материала, процесс сушки внутренней структуры дисперсного, приведены результаты экспериментальных исследований зависимости гидравлического сопротивления сушилки от температуры материала и производительности.

Экспериментальные исследования проводились на учебном и научно-исследовательском полигоне кафедры «Технологические машины и оборудование» Ферганского политехнического института. На рис. 2 представлен общий вид лабораторной установки барабанной сушилки.



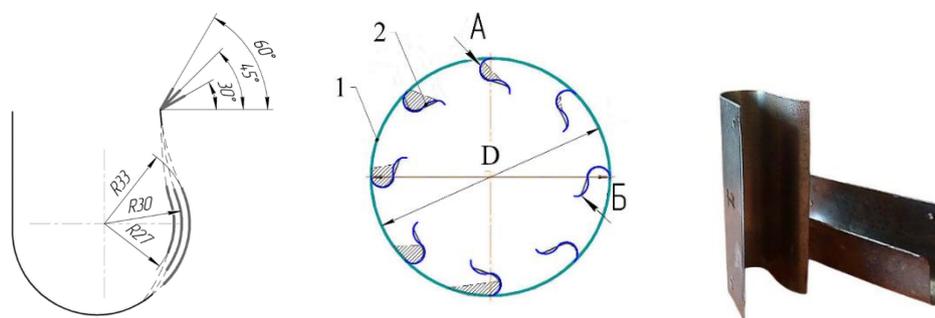
1 - корпус барабана; 2 - бункер для продукта; 3 - вентилятор; 4 - калорифер; 5 - электродвигатель; 6 - редуктор; 7 - ν -образная насадка; 8 - шифер; 9 - зубчатая передача; 10 - спусковой бункер; 11 - опорный ролик; 12 - опорная рама; 13 - термометр; 14 - анемометр

Рис. 2. Общий вид барабанной сушилки

Исследование гидродинамических режимов барабанной сушилки, оборудованной насадкой типа ν . гидродинамические режимы барабанной сушилки, оборудованной насадкой типа ν , определены для различных значений скорости теплового агента (воздух, нагретый в калорифере до 120

°С), секундной производительности подаваемого в сушилку материала и количества насадки типа ν .

Для проведения исследований приняты следующие границы переменных факторов, количество основных насадок 20; 24 и 28 (насадки расположены в шахматном порядке по зонам сушки), количество зон теплообмена 5, скорость выходящего теплового агента (воздуха) из калорифера $\nu = 5 \div 20$ м/с, производительность устройства $Q_{\text{unm}} = 0,073 \div 0,083$ кг/с (промежуточный шаг увеличивался с 0,005 кг/с). Угол наклона сушильного барабана относительно плоскости $\alpha = 13^\circ$ (по технологи-ческому регламенту), частота вращения сушильного барабана $n = 5$ об/мин. При проведении экспериментов учитывалась многофакторность экспериментальных исследований и строились сравнительные графики для нижних и верхних отклонений параметров.



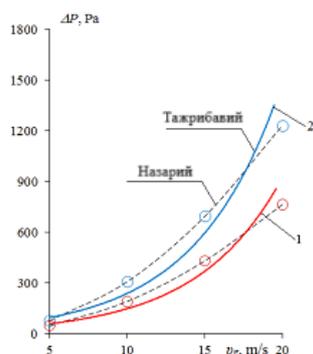
1 - корпус барабана; 2 - насадка

Рис. 3. Вид ν -образной насадки и схема ее установки на барабан

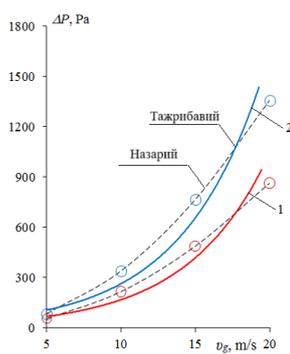
Исследование проводились в следующей последовательности. Нагруженный в сушильный бункер сушильный материал (исходная влажность суглинка 18 %) подавался в сушилку с $Q_{\text{unm}} = 0,073 \div 0,083$ кг/с (промежуточный шаг увеличивался с 0,005 кг/с). Определено время прохождения первоначально введенного материала через пять зон сушилки. Скорость теплового агента в зоне входа и выхода сушилки определяли на анемометре VA06-Trotec, а также потери давления во внутреннем объеме сушилки определяли на электронном измерительном аппарате марки JM-510. Каждый эксперимент проводился с 5 повторностями и принималось среднее арифметическое значения выявленных значений. Результаты экспериментов отражены на рисунках 4, 5 и 6.

Из нижеприведенных рисунках 4, 5 и 6, видно, что при увеличении скорости теплового агента $\nu = 5 \div 20$ м/с (промежуточный шаг до 5 м/с) и $Q_{\text{unm}} = 0,073 \div 0,083$ кг/с (промежуточный шаг до 0,005 кг/с) увеличение минимального значения гидравлического сопротивления до $\Delta P = 47 \div 1233$ Па в зависимости от увеличения количества ν -образной насадки при низкой нагрузке, нагружаемой на барабанную сушилку, увеличило время пребывания материала в сушилке до 7,5 \div 12,1 мин, увеличение максимального значения

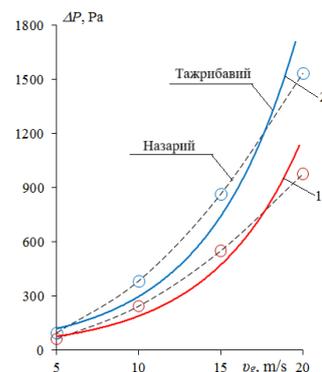
гидравлического сопротивления до $\Delta P = 61 \div 1535$ Па увеличило время пребывания материала в сушилке до $9,5 \div 15$ мин.



4) при $Q_{инт} = 0,073$ кг/с, количестве v -образной насадки $n = 20$ шт и угле наклона распыла высушиваемого материала $\alpha = 60$ градус;



5) при $Q_{инт} = 0,078$ кг/с, количестве v -образной насадки $n = 24$ шт и угле наклона распыла высушиваемого материала $\alpha = 45$ градус;



6) при $Q_{инт} = 0,083$ кг/с, количестве v -образной насадки $n = 28$ шт и угле наклона распыла высушиваемого материала $\alpha = 30$ градус;

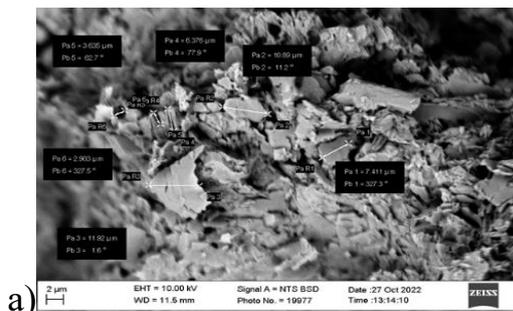
Рисунки 4, 5 и 6. Зависимость гидравлического сопротивления от скорости теплового агента

Исследование влияния скорости теплового агента на влажность материала. Увеличение скорости высыхания сушильного материала также зависит от конструкции сушилки, чем сложнее конструкция, тем больше скорость высыхания, но производительность снижается за счет увеличения гидравлического сопротивления сушильной установки.

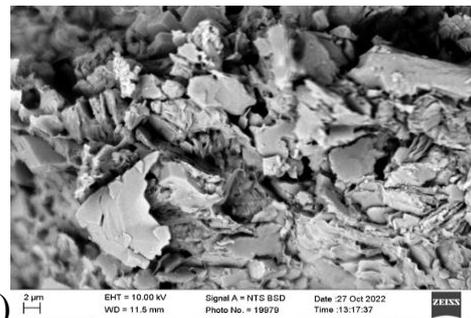
В данной исследовательской работе поставлена задача обеспечения высокой интенсивности сушки при минимальном сопротивлении, при этом необходимо изучить изменение влажности продукта при различных сложных типах конструкции сушилки. Кроме того, скорость высыхания материала зависит от его физико-химических свойств.

Исходя из вышеизложенного, для минимизации точной величины скорости сушки материала, времени нахождения в сушилке и производительности сушки и энергозатрат на него была проанализирована его внутренняя структура и получена фотомикрография. На рисунках 7 а; б и в приведены фотомикрографические снимки основных сырьевых материалов при производстве цемента суглинка, внутренней структуры 2 мкм, макро-и микротрещины и отверстия с увеличением в 1000, 1500 и 2000 раз.

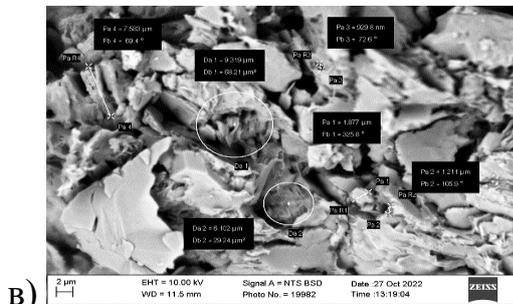
Из результатов анализа и результатов многих изученных исследований можно сделать такой вывод. Внутренняя структура материала имеет важное значение для взаимодействия влаги в материале с тепловым агентом и ускорения скорости перехода влаги в газовую фазу (скорость сушки).



а)



б)



в)

а) 1000х(2мкм);

б) 1500х(2мкм);

в) 2000х(2мкм)

Рис. 7. Микрофотография внутреннего строения дисперсного материала

Из микрофотография рассматриваемого объекта (рис 7) видно, что трещины (дислокации) во внутренней структуре материала незначительно близки друг к другу и их средний размер находится в пределах $0,02 \div 0,03$ мкм. Для испарения влаги из таких небольших трещин обязательно требуется дополнительная энергия или требуется подача относительно большего количества тепла, чем установлено регламентом. В теоретических расчетах, проведенных до сегодняшнего дня, это не учитывалось.

В результате изучения структуры материала количество теплоты, подаваемой на сушку материала, увеличилось на 20 % (температура теплового агента, подаваемого в сушилку увеличилась до 120 °С).

Из результатов эксперимента можно сделать вывод, что увеличение коэффициента наполнения продукта в барабан приводит к увеличению коэффициента сопротивления в аппарате. В то же время увеличение количества насадки ψ -образного типа и уменьшение угла наклона насыпания материала приводит к значительному снижению влажности высушиваемого материала в устройстве. Кроме того, усложнение конструкции приводит к увеличению коэффициента материальной пленки на поверхности поперечного сечения барабана, что, в свою очередь, приводит к дальнейшему увеличению коэффициента сопротивления.

Исследование влияния гидравлического сопротивления сушилки на температуру материала. Важно знать внутреннюю структуру, влагоудерживающую способность и коэффициент взаимного обмена вводимого в сушку материала. Изучение этих процессов позволяет уменьшить количество потерь энергии. Исходя из вышеизложенного, изучена модификация теплообмена при различных параметрах сушилки для исследуемого объекта и определена потеря энергии в процессе.

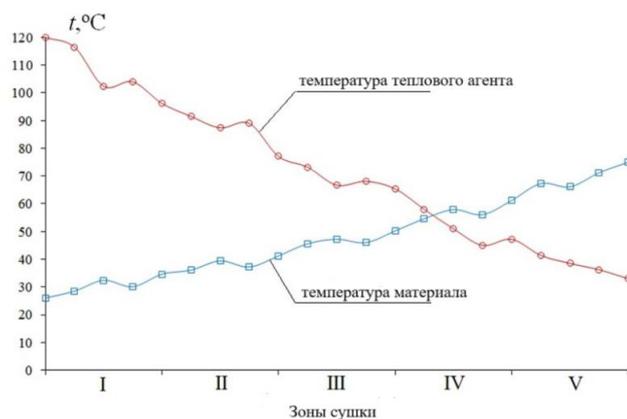


Рис. 8. График изменения температуры материала и теплового агента по зонам барабана

Из проведенных на сегодняшний день научно-исследовательских работ и инженерных расчетов известно, что технологические и технико-экономические показатели сушильного аппарата в основном зависят от интенсивности тепло-и массообмена в сушилке, что, в свою очередь, зависит от количества теплоты, передаваемой материалу в устройстве, а также его гидравлического сопротивления, для теоретического определения количества теплоты Q (Вт), принимаемой материалом, которое зависит от числа оборотов барабана и угла наклона барабана к плоскости, рекомендуется следующее уравнение:

$$Q = \alpha_v \Delta t_{cp} V_{\delta} \quad (3)$$

где α_v - коэффициент объемной теплоотдачи, Вт/(м³К); Δt_{cp} - разность средних температур газа и материала, °С; V_{δ} - объем сушильного аппарата, м³.

Из уравнения (3) видно, что для увеличения Q можно использовать три направления: увеличение объема барабана; увеличение средней разницы температуры; увеличение объемного коэффициента теплоотдачи.

Поэтому при проектировании процесса интенсивной сушки материала необходимо учитывать сопротивление барабана. В научных исследованиях, выполненных до сих пор, этот параметр рассматривался как величина, которую можно практически не учитывать. Однако увеличение гидравлического сопротивления позволяет удерживать материал в зоне сушки дольше. Это, в свою очередь, улучшает эффективность сушки и улучшает теплообмен между материалом и тепловым агентом.

Исходя из вышеизложенного, исследовано влияние гидравлического сопротивления сушилки на температуру материала. Результаты экспериментов представлены в таблицах 1 и 2.

В таблице 1 приведены результаты экспериментов, полученные при низкой нагрузке параметров, вводимых в процесс сушки, т.е. производительности $Q_{unn} = 0,073$ кг/с, скорости теплового агента 5 м/с, угле наклона насадки для спуска материала 60 градус и количестве насадки 20 шт.

Значения количества теплоты и теплового баланса, расходуемых на сушку суглинка при производительности подаваемого в сушилку материала 0,073 кг/с.

Таблица 1

Значения количества тепла и теплового баланса, затраченного на сушки суглинка при производительности подаваемого в сушилку материала 0,083 кг/с

№	Скорость теплового агента, м/с	Гидравлическое сопротивление, Па	Время нахождения материала в	Исходная влажность высушиваемого материала, %	Теплоемкость воды, кДж/кг*К	температура теплового агента, °С	Теплоемкость суглинка, кДж/кг*К	Количество теплоты, затраченное на нагрев суглинка, кДж/кг*К	Тепловой баланс, кДж/кг*К
при количестве насадки u-образного типа 20 штук									
1	5	47	7,5	18	419	120	0,835	212	1241
2	10	191	7,5	18	419	120	0,835	208	1244
3	15	431	7,5	18	419	120	0,835	221	1233
4	20	764	7,5	18	419	120	0,835	223	1231
при количестве насадки u-образного типа 24 штук									
1	5	52	8,2	18	419	120	0,835	237	1219
2	10	212	8,2	18	419	120	0,835	238	1218
3	15	477	8,2	18	419	120	0,835	246	1211
4	20	849	8,2	18	419	120	0,835	252	1205
при количестве насадки u-образного типа 28 штук									
1	5	62	9,8	18	419	120	0,835	258	1200
2	10	252	9,8	18	419	120	0,835	259	1199
3	15	566	9,8	18	419	120	0,835	271	1188
4	20	1004	9,8	18	419	120	0,835	278	1182

В таблице 2 приведены результаты экспериментов, полученных при низкой нагрузке параметров, вводимых в процесс сушки, т.е. производительности $Q_{unm} = 0,083$ кг/с, скорости теплового агента 20 м/с, угла наклона насадки насыпи 30 градус и количества насадки 28 шт.

Значения количества теплоты и теплового баланса, расходуемого на сушку суглинка при производительности подаваемого в сушилку материала 0,083 кг/с.

Таблица 2

Значения количества тепла и теплового баланса, затраченного на сушки суглинка при производительности подаваемого в сушилку материала 0,073 кг/с

№	Скорость теплового агента, м/с	Гидравлическое сопротивление	Время нахождения	Исходная влажность высушиваемого	Теплоемкость воды, кДж/кг*К	температура теплового	Теплоемкость суглинка, кДж/кг*К	Количество теплоты, затраченное на нагрев суглинка, кДж/кг*К	Тепловой баланс, кДж/кг*К
при количестве насадки u-образного типа 20 штук									
1	5	73	11,5	18	419	120	0,835	229	1226
2	10	292	11,5	18	419	120	0,835	231	1224
3	15	657	11,5	18	419	120	0,835	243	1213
4	20	1168	11,5	18	419	120	0,835	250	1207

Продолжение таблица 2

при количестве насадки ν -образного типа 24 штук									
1	5	82	12,9	18	419	120	0,835	258	1200
2	10	328	12,9	18	419	120	0,835	265	1194
3	15	741	12,9	18	419	120	0,835	277	1183
4	20	1315	12,9	18	419	120	0,835	283	1177
при количестве насадки ν -образного типа 28 штук									
1	5	95	15	18	419	120	0,835	258	1173
2	10	383	15	18	419	120	0,835	259	1167
3	15	865	15	18	419	120	0,835	271	1156
4	20	1535	15	18	419	120	0,835	278	1151

Значения, определенные в таблицах 1 и 2, показали, что чем сложнее внутренняя структура материала, высушиваемого в сушилке, тем больше выделение влаги из него увеличивает энергию, затрачиваемую на процесс сушки. Кроме того, с увеличением сопротивления, действующего на материал и тепловой агент в сушильных установках, скорость выделения влаги увеличивается, но отрицательно влияет на производительность сушилки.

В четвертой главе диссертации «**Математическая обработка результатов, промышленное применение и оценка экономических показателей**» определены оптимальные параметры сушилки путем математического моделирования результатов многофакторных экспериментов и проведены промышленные испытания на основе выявленных параметров.

Обработка результатов: эксперимента и обоснование оптимальных параметров. В теоретических исследованиях и многофакторных экспериментах скорость теплового агента, подаваемого в аппарат X_1 , количество насадки типа ν X_2 , угол наклона насадки типа ν на слив материала X_3 и производительность материала, поступающего в барабанную сушилку X_4 температура теплового агента, подаваемого в барабанную сушилку (в качестве теплового агента использовался воздух, нагретый до 120 °С), установлено, что влажность высушиваемого материала и гидравлическое сопротивление аппарата являются наиболее влияющими факторами. При проведении многофакторных экспериментов в качестве критериев оценки были приняты количество теплоты, расходуемой на сушку материала Y_1 , влажность сушимого материала Y_2 и гидравлическое сопротивление аппарата Y_3

Считая, что влияние факторов на критерии оценки полностью объясняется полиномом второго порядка, эксперименты проводились по плану HARTLI-4. Для снижения влияния неконтролируемых факторов на критерии оценки последовательность проведения экспериментов определялась с использованием 1/17 таблицы случайных чисел, а для определения оптимальных параметров сушки продукта суглинка эксперименты проводились с 5 повторениями в отдельности. Были выбраны средние арифметические значения полученных экспериментальных результатов.

Результаты эксперимента были обработаны в соответствующем порядке и получены следующие результаты, адекватно описывающие критерии оценки

Уравнения регрессии 4, 5 и 6 получены по программе HARTLI-4 программы «PLANEX».

Согласно которому количество теплоты, расходуемой на сушку материала, определяется по следующему уравнению регрессии, кДж/(кг·К):

$$Y_1 = 29.5 - 1.86X_1 - 3.6X_2 - 0.3X_3 - 10.9X_4 + 0.26X_1X_1 + 0.21X_2X_2 + 0.26X_3X_3 + 0.11X_4X_4 + 0.9X_1X_2 + 0.88X_1X_3 + 0.66X_1X_4 - 0.61X_2X_3 - 0.88X_2X_4 + 0.91X_3X_4;$$

изменение влажности материала под действием теплового агента определяется по следующему уравнению регрессии, кг/кг:

$$Y_2 = 11.07 - 0.75X_1 - 1.33X_2 - 0.4X_3 - 3.3X_4 + 0.22X_1X_1 + 0.4X_2X_2 + 0.22X_3X_3 + 1.34X_4X_4 - 0.62X_1X_2 + 0.53X_1X_3 + 0.74X_1X_4 - 0.67X_2X_3 + 0.31X_2X_4 + 0.99X_3X_4;$$

гидравлическое сопротивление сушилки определяется по следующему уравнению регрессии, Па:

$$Y_3 = 488 + 526.8X_1 + 74.7X_2 + 36.6X_3 + 243.7X_4 + 65.6X_1X_1 - 37.6X_2X_2 - 69.7X_3X_3 + 156.4X_4X_4 + 80.6X_1X_2 + 50X_1X_3 + 40X_1X_4 - 192.9X_2X_3 + 24.7X_2X_4 + 11.6X_3X_4.$$

Таким образом, оптимальные параметры аппарата для процесса сушки суглинка приведены в стандартное состояние, где: скорость подачи теплового агента в аппарат - 12,7 м/с; количество насадки v-образного типа - 24 шт; угол наклона насадки v-образного типа на рассып материала - 37 °С; производительность барабанной сушилки по влажному материалу - 0,079 кг/с.

При этих значениях факторов количество теплоты, расходуемой в процессе сушки суглинка, составило 295 кДж/(кг·К), влажность высушиваемого материала 2,79 % и гидравлическое сопротивление аппарата 656 Па.

Таблица 3

Конструктивные параметры насадки

№	Название	Единица	Числовое значение
1	Длина	мм	1250
2	Высота опорной части насадки	мм	320
3	Высота рассыпной части насадки	мм	350
4	Угол наклона рассыпной части насадки	градус	37
5	Расстояние от насадки до сварочного шва	мм	320
7	Вес суглинок и насадке	кг	45

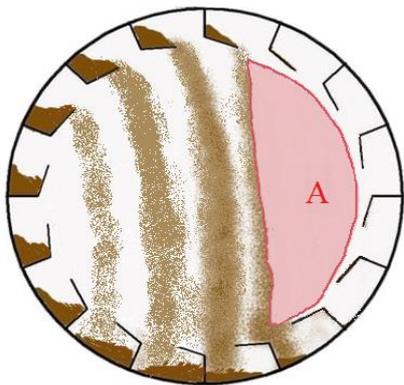


Рис. 9. Схема открытых и закрытых зон в разрезе поверхности сушилки, оснащенной г-образной насадкой

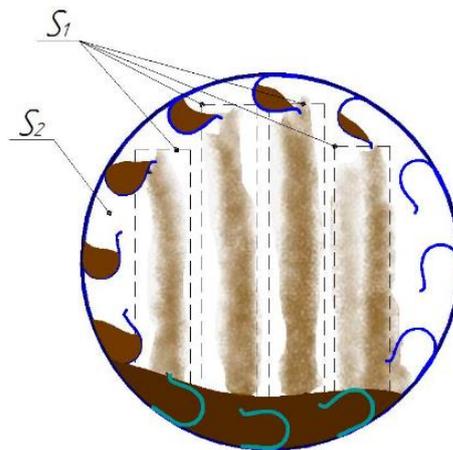


Рис. 10. Визуальная схема открытой и закрытой зон в разрезе поверхности сушилки, оснащенной предлагаемой насадкой

На рис. 9 представлена схема сушилки, оснащенной насадкой г-образного типа, пленка для закрытия поверхностного сечения барабана материалом и визуальный вид открытой зоны “А”.

Разработана схема визуального состояния процесса в сушилке, оборудованной предлагаемой v - образной насадкой, и приближенно определены значения открытой и закрытой зон для первого и второго рядов (принимая во внимание, что насадки, расположенные в рядах, находятся в шахматном порядке). При этом закрытая зона составляет $4,8 \text{ м}^2$ и открытая зона - $1,59 \text{ м}^2$.

На втором этапе изучено рабочее состояние предлагаемой насадки. На основании технических параметров существующей сушилки насадки по сечению барабана расположены в шахматном порядке в 2 ряда (рис. 11). Были сделаны фотоснимки рабочего процесса и приближенно определены значения открытых и закрытых зон для первого ряда. По его данным, закрытая зона составляет $4,65 \text{ м}^2$ и открытая зона - $1,5 \text{ м}^2$.



Рис. 11. Вид насадки, установленной в сушилке и в рабочем состоянии

Ошибка между экспериментальными и аналитическими значениями не превышала 3 %.

Из полученных результатов анализа видно, что промышленное применение предлагаемой насадки полностью удовлетворяет установленным стандартным техническим требованиям для сушки суглинка.

ВЫВОДЫ

1. Результаты опытов показали, что влажность размолотого сырья составляет $5,3 \div 12,4$ %. При хранении сырья с такой влажностью в бункерах-гомогенизаторах его частицы прилипают друг к другу, образуя твердый слой и создавая проблемы в процессе подачи сырья. Его необходимо сушить в сушильном барабане до влажности $2,3 \div 5$ % согласно требованиям технологического регламента.

2. С учетом результатов систематического анализа и преимуществ выбранных конструкций разработана схема построения ψ образной насадки для процесса сушки суглинок.

3. Проведенных экспериментах коэффициент сопротивления рабочего объема барабанной сушилки равен $\xi = 2,9$ при нижней нагрузке, то есть скорость теплового агента 5 м/с, количество ψ образных насадок 20 штук и производительность по сушимому материалу 0,073 кг/с, верхняя нагрузка 20 м/с, количество ψ образных насадок 28 штук и производительность по сушильному материалу было определено, что $\xi = 5,9$ при 0,083 кг/с. Для определения гидравлического сопротивления барабанной сушилки рекомендовано уравнение (1).

4. Проведен микрофотографический анализ влияния внутренней структуры дисперсного материала на процесс сушки. Результаты анализа и результаты многих исследований показали, что внутренняя структура материала важна для взаимодействия влаги материала с теплоносителем и ускорения скорости перехода влаги в газовую фазу (скорости сушки).

5. Погрешность результатов исследований на барабанной сушилке, оснащенной ψ образным насадкам, разработанным на основе систематического анализа, не превысила 4 %, а характеристики насадка полностью соответствуют техническим требованиям и задачам.

6. Применение ψ - образных насадок в сушильном барабане сырьевого цеха ООО «Turon eco cement group» с производительностью 13,6 кг/с, обеспечило снижения скорости теплоносителя от 16,45 до 13,6 м/с и температуры теплоносителя на выходе из барабана с 73,1 до 50 °С, а также повышения поверхности теплообмена в 1,12 раза. При этом снижения скорости и температуры теплоносителя в барабане способствовало уменьшению концентрации сырьевой пыли на выходе от 1560 до 1300 мг/м³, снижению влажности высушиваемого суглинка на 2,95 % и сокращению расходуемой энергии теплового агента на процесс в 1,3 раза.

7. В результате использования ψ -образной насадки в сушильном барабане сырьевого цеха ООО «Turon eco cement group» можно достичь годового экономического эффекта в размере 544,5 млн сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/31.03.2023.T.66.05 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT INSTITUTE OF NAMANGAN INSTITUTE
OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE

RAJABOVA NARGIZAKHAN

**IMPROVING THE DESIGN OF A DRUM DRYER FOR DRYING
MINERAL RAW MATERIALS**

**02.00.16 - Processes and apparatus of chemical technologies and
food productions (technical sciences)**

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

Namangan – 2025

The topic of dissertation of doctor of philosophy(PhD) in technical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of Higher education, Science and Innovations of Republic of Uzbekistan numbered B2024.2.PhD/T4600.

Dissertation completed at Fargona Polytechnic Institute.

The abstract of the dissertation is available in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.nammti.uz), on the information and education portal "Zionet" (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Tojiev Rasuljon

Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Xamdamov Anvar

Doctor of Technical Sciences, Docent

Safarov Jasur

Doctor of Technical Sciences, Professor

Lead organization:

Institute of General and Inorganic Chemistry

Dissertation defense at the Namangan Institute of Engineering Technology (PhD) 03/31.03.2023.T66.05 will be held at the meeting of the digital scientific council "1" march at 13⁰⁰, 2025 (Address: 160115, Namangan city, Kosonsoy str., 7. Tel./fax: (99869) 225-10-07, (99869) 225-76-75; e-mail: niei_info@edu.uz). Namangan Institute of Engineering and Technology, 3 rd building, 2 nd floor, scientific council room).

The dissertation can be viewed at the information resource center of the Namangan Institute of Engineering and Technology (registered with the number 362). Address: 160115, Namangan city, Kosonsoy street, 7th house. Tel./fax: (99869) 225-10-07.

The abstract of the dissertation was distributed on "17th" February, 2025.
(Report of the digital register No. 16 on "29th" January of 2024).



A.A. Khudayberdiev

Chairman of scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor

O.T. Mallaboyev

Secretary of the scientific council that
awards scientific degrees,
PhD of Technical Sciences, docent

A.M. Xurmamatov

Chairman of the scientific seminar under the
Scientific Council that grants scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of (PhD) dissertation)

The purpose of the study consists of developing a nozzle structure for a drum dryer drying suginok and justifying its operating mode and parameters.

The object of the study A physical model of a drum dryer used as a raw material and a drum dryer for drying was selected at the «Turon eco cement group» LLC enterprise.

Scientific innovation of research consists of:

- on the basis of the systematic analysis of existing drum dryers and nozzle structures used in heat exchange processes, a y-shaped nozzle structure was developed;

An empirical equation that determines the aerodynamic resistance of a drum dryer equipped with a -y nozzle is proposed, and the coefficients of friction and local resistance of the working bodies are determined.

- the time, temperature, material humidity, heat capacity and material balance of the material in the dryer at the lower and higher loadings of the aerodynamic resistance are determined;

- the amount of heat spent on heating the material for the range of the speed of the heat agent $5\div 20$ m/s and the Emeric equation for its determination is recommended;

- the effect of the construction and placement of the internal nozzles of the drying apparatus on the direction of movement of the product and the heat exchange was determined;

Practical results of the research consists of:

- on the basis of the systematic analysis of existing drum dryers and nozzle structures used in heat exchange processes, a y-type nozzle structure was proposed and provided an even distribution level of the material along the cross section of the drum;

- an experimental-statistical model of the drying process of water was obtained, the optimal parameters of the apparatus were determined using the experimental-statistical planning method;

- after studying the physico-chemical properties of suglinok, the mode parameters of the drying process were selected;

Reliability of research results. The results of physico-chemical analysis were confirmed by laboratory experiments and pilot-industrial tests.

The structure and scope of the dissertation. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The size of the main text materials is 126 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. А.А. Ахунбоев, Н.Р. Ражабова. Высушивание дисперсных материалов в аппарате с быстро вращающимся ротором// Universum: технические науки: электрон. научн. журн. - Москва, 2021. - №7(88). - С. 48-52. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item.12085>. (02.00.00, №1)
2. Tojiev R.J., Axunboev A.A., Mirsharipov R.X., N.R. Rajabova. Kapilyar-g'ovaksimon materiallarni quritish jarayoni kinetikasi// FarPI Ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona, 2021. T.25, №6. - 138-142 b. (05.00.00, № 20).
3. Tojiyev R.J., Rajabova N.R. Impact on the internal structure of materials to drying process// Universum: технические науки: электрон. научн. журн. - Москва, 2022. - №10(103). - С. 10-18. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item.14458>. (02.00.00, №1).
4. Tojiyev R.J., Rajabova N.R. Material ichki nuqsonlarining quritish jarayoniga ta'siri// FarPI Ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona, 2022. Maxsus son, №12. - 9-14 b. (05.00.00, №20).
5. Rajabova N.R. υ - simon turdagi nasadkani suglinok xom ashyosini quritish jarayonida qo'llash va uning texnik parametrlarini baholash// FarPI Ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona, 2024. Maxsus son, №25. - 39-47 b. (05.00.00, №20).
6. Tojiyev R.J., Isomidinov A.S., Rajabova N.R. Study of the effect of dryer hydraulic resistance on material temperature// Universum: технические науки: электрон. научн. журн. - Москва, 2024. - №6(123). - С. 54-60. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item.17815>. (02.00.00, №1).
7. Rajabova N.R. υ- simon nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgich gidrodinamikasi// FarPI Ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona, 2024. - T.27, №1. - B. 253-257. (05.00.00, №20).
8. Rajabova N.R. Mineral xom ashyoni quritish jarayonini sanoat sinovlari // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona, 2024. Maxsus son, №28. - 43-48 b. (05.00.00, №20).

II бўлим (II часть; part II)

9. Rajabova N.R. Mineral xom-ashyolarni qurituvchi barabanli quritgich konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash. EHM uchun dastur № DGU 31504. 19.12.2023 y. ro'yxatdan o'tkazilgan.
10. Rajabova N.R., Tojiyev R.J. Impact of disperse materials internal structure to drying process// Наука и технологии - (24 апреля 2023: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – г. Петрозаводск. - С.10-22.

11. Ражабова Н.Р. Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате// Ауэзовские чтения - 21: наследие Мухтара Ауэзова - достояние нации: Материалы международной научно-практической конференции, посвященная 125 - летию М.О. Ауэзова. – Шымкент, 2023,- С.133-135.

12. Rajabova N.R. Quritish jaryoniga materiallarni ichki tuzilish strukturasi ta'siri// Yangi O'zbekiston: Fan, ta'lim va innovatsiya: ilmiy-texnik anjumani materiallari. - O'zbekiston MY Jizzax filiali. - Jizzax, 2024. - 646-650 b.

13. Rajabova N.R. Sement xom ashyosining quritgichda bo'lish vaqtiga ta'sirini tadqiq etish// Fan-taraqqiyot muammolar va rivojlanish tendensiyalari: Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. - Namangan, NamMQI, 2024. - 406-409 b.

14. Ражабова Н.Р. Гидравлическое сопротивление воздушного потока в барабанных сушилках// Техник jixatdan tartibga solish, metrologiya va standartlashtirishning ishlab chiqarishdagi o'rni va vazifalari: respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Farg'ona, FarPI, 17-18 may 2024 yil. - 157-161 b.

15. Ражабова Н.Р. Методология и усовершенствование сушилки минеральных удобрений// Fan va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida kimyotexnologiya, kimyo va oziq-ovqat sohasidagi muammolarning innovatsion yechimlari: xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. - Namangan, NamMTI, 6-7-noyabr 2024 yil. - 612-615 b.

16. Rajabova N.R. Qurilish materiallarini quritish texnologiyasida ichki tuzilishini hisobga olish// Qurilishda innovatsiyalar, binolar va inshootlarning seysmik xavfsizligi: xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya Namangan, NamMQI, 14 dekabr 2023 yil. - 566-568 b.

Avtoreferat Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (16.02.2025 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 16.02.2025 yil.
Bichimi 60x841/16, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3.0 Adadi: 100. Buyurtma: № 11/02
NamMTI bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7-uy.