

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МИРШАРИПОВ РАХМАТИЛЛО ХАБИБУЛЛАЕВИЧ

**МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАРНИ ҚУРИТУВЧИ БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ АСОСИДА
ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИ ИНТЕНСИВЛАШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озик-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари (техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of the dissertation abstract of doctoral philosophy (PhD)

Миршарипов Рахматилло Хабибуллаевич

Минерал ўғитларни қуритувчи барабанли қуритгич конструкцияларини
такомиллаштириш асосида қуритиш жараёнини интенсивлаш.....3

Миршарипов Рахматилло Хабибуллаевич

Интенсификация процесса сушки на основе усовершенствования
конструкции барабанных сушилок для сушки минеральных удобрений.....21

Mirsharipov Rakhmatillo Habibullaevich

Intensification of the drying process based on the improvement of the design of
drum dryers for drying mineral fertilizers.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖА БЕРУВЧИ DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТТАЛИК
ИЛМий КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МИРШАРИПОВ РАХМАТИЛЛО ХАБИБУЛЛАЕВИЧ

**МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАРНИ ҚУРИТУВЧИ БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ АСОСИДА
ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИ ИНТЕНСИВЛАШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари (техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Г597 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Фаргона политехника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (узбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида www.tkti.uz, «Ziyonet» ахборот таълими порталида (www.ziyonet.uz) жойлашган.

Илмий раҳбар:

Тожиёв Расулжон Жумабоевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абдуллаев Алишер Шоназарович
техника фанлари доктори, доцент
Чориев Абдусаттор Жураевич
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандис-технология институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 рақамли илмий кенгаш асосидаги бир мартталик илмий кенгашнинг 2022 йил «16» 02 соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871) 244-79-17; e-mail:tcti_info@edu.uz.). Тошкент кимё-технология институти маъмурий биноси, 2-кават, анжуманлар зали.

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг ахборот-ресурс Марказида танишиш мумкин (236 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўч., 32. Тел.:(99871) 244-79-20.

Диссертация автореферати 2022 йил «03» 02 куни тарқатилди.
(2022 йил «03» 02 даги № 86 рақамли реестр баённомаси).



С.М.Туробжонов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Х.И.Қодиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

К.О.Додаев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё миқёсида кишлоқ хўжалиги инсониятни озиқ-овқат маҳсулотларининг асосий қисми билан таъминлагани сабабли, уларни сифатини ошириш, яхшилаш учун турли минерал, органик ўғитларга бўлган талаб юқори бўлиб бормоқда. Бундан ташқари, йилдан-йилга ерларни сифати тушиб бораётганлиги сабабли уларга бўлган эҳтиёж кучаймоқда. Сифатли, замонавий ўғитларни олиш учун ишлаб чиқариш корхоналарини модернизация қилиш, содалаштириш, унумдорлигини ошириш бўйича олиб борилаётган ислоҳатлар долзарб аҳамиятга эгадир.

Жаҳон кимё саноатида минерал ўғитларни юқори самарали турларини ишлаб чиқариш, сифатли ва энергиятежамкор технология асосида қуритишни таъминлаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада қуритиш аппаратлари ва режимларини таҳлил қилиш, муаммоларни аниқлаш; маҳсулотнинг гранулометрик таркибини оптималлаштириш орқали маҳсулотни йирик қисмини қайта қуритишни бартараф этиш; қуритиш аппаратининг ички насадкалари конструкцияси ва жойлаштириш усулини маҳсулотнинг ҳаракат йўналиши ва иссиқлик аэродинамикасига таъсирини экспериментал усулда тадқиқ этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизнинг минерал ўғитларни сифатли ва энергия тежамкор технология асосида қуритишни такомиллаштириш, содалаштириш бўйича муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, минерал ўғитларни қуритувчи барабанли қуритгич конструкцияларини такомиллаштириш асосида қуритиш жараёнини интенсивлаш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича бешта йўналишдаги Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ҳамда 2018 йил 07 майдаги ПҚ-3698 сон «Иқтисодий тармоқлари ва соҳаларига инновацияларни жорий этиш механизмларини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида», 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2020 йил 11 декабрдаги ПҚ-4919-сон «Кишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур диссертация иши Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Кимё ишлаб чиқариш корхоналари шароитида суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқаришнинг мақбул иш режими бўйича олиб борилган ишлар тугалланмаган. Минерал ўғитларни қуритувчи барабанли қуритиш қурилмаларни такомиллаштириш, у л а р н и н г и ш режимларини ўрганиш бўйича М.В.Лыков, В.Н.Блиничев, С.В.Федосов, В.Ф.Фролов, W.C.Saeman, M.Fertilizer, R.V.Keey, P.Chen, В.Я.Валуйский, О.С.Кочетов, С.А.Кочергин, Н.М.Михайлов, Б.С.Сажин, М.Н.Гамрекели, Н.В.Чугунова, Л.Д.Ярощук, Д.Таххан, А.В.Алтухов, Ю.Ю.Михайлов, О.М.Чайкин, Г.В.Калашников, А.Н.Храмов, Х.С. Нурмухаммедов, О.Ф. Сафаров, А.А. Артиков, Х.Ф. Джураев ва б. илмий-тадқиқот ишлари олиб борганлар.

Улар томонидан кимё саноатида минерал ўғитларни қуритишнинг такомиллаштирилган усули, экологик тоза ва энергиятежамкор технологик жараён ва машина-аппаратлар ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга ҳозирда озиқ-овқат, кимё, пахтани қайта ишлаш ва турдош саноатлар учун мўлжалланган ихчам, арзон ва экспортга мўлжалланган минерал ўғитларни қуритиш технологиялари ва машиналарини такомиллаштириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Фарғона политехника институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ «АС-72 цехи суперфосфат ишлаб чиқариш бўлимида суперфосфат минерал ўғитини ишлаб чиқариш жараёнидаги қуритишга» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади минерал ўғитларни қуритувчи барабанли қуритгич конструкцияларини такомиллаштириш асосида қуритиш жараёнини жадаллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қуритиш аппаратлари ва режимларини таҳлил қилиш, муаммоларни аниқлаш;

маҳсулотнинг гранулометриқ таркибини оптималлаштириш орқали маҳсулотни йирик қисмини қайта қуритишни бартараф этиш;

қуритиш аппаратининг ички насадкалари конструкцияси ва жойлаштириш усулини маҳсулотнинг ҳаракат йўналиши ва иссиқлик аэродинамикасига таъсирини экспериментал усулда тадқиқ этиш;

қуритгичнинг конструктив камчиликларини бартараф этиш ва қуритиш жараёнини жадаллаштириш;

аппаратдаги маҳсулот ҳаракати аэродинамикаси ва қуритиш жараёни

режимини оптималлаштириш, энергиядан фойдаланиш коэффициентини ошириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида “Farg’onaazot” АЖ ва “Kvarts” АЖ корхоналаридаги мавжуд қуритиш аппаратларидан ва уларнинг моделларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг предмети U-симон насадканинг жараёни жадаллаштириш даражасини баҳолаш, қуритилган материалларнинг тугунланишини бартараф этишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда гидравлика, гидродинамика, физика, кимё, математик-статистика, экспериментларни статистик-математик режалаштириш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

мавжуд аппаратлар конструкциясининг таҳлиллари асосида минерал ўғитларни қуритиш жараёни экспериментал-статистик модели олинган ва рационал қийматлари аниқланган;

аппаратдаги маҳсулот ҳаракати аэродинамикаси ва қуритиш жараёни режими оптималлаштирилган, энергиядан фойдаланиш коэффициенти оширилган;

қуритиш аппаратининг ички насадкалари конструкцияси ва жойлаштириш усулини маҳсулотнинг ҳаракат йўналиши ва иссиқлик аэродинамикасига таъсири аниқланган;

маҳсулотнинг гранулометриқ таркибини оптималлаштириш орқали маҳсулотни йирик қисмини қайта қуритиш босқичи бартараф этиш имконияти яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

барабанли қуритгичнинг иш параметрларини таҳлил қилиш асосида икки қисмли U симон насадкани қўллаш таклиф қилинган;

минерал ўғитларни қуритиш жараёни экспериментал-статистик модели олинган, экспериментал-статистик режалаштириш усули ёрдамида аппаратнинг мақбул параметрлари яратилган;

суперфосфат минерал ўғитини хусусиятлари ўрганилган ҳолда қуритиш жараёнининг режим параметрлари таклиф қилинган.

Тадқиқот натижаларини ишончлилиги. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мавжуд аппаратлар конструкциясининг таҳлиллари асосида минерал ўғитларни қуритиш жараёни экспериментал-статистик модели олинган ва рационал қийматлари, экспериментал-статистик модели олиниб, унинг асосида аппаратдаги маҳсулот ҳаракати аэродинамикаси ва қуритиш жараёни режими оптималлаштирилиши, энергиядан фойдаланиш коэффициентининг оширилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти икки қисмли U симон насадкани қўллаш, бунинг билан минерал ўғитнинг ускуна ичида

тақсимланиш даражасини таъминлаш, аппаратнинг мақбул параметрлари аниқлаш, суперфосфат минерал ўғитини хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуритиш жараёнининг режим параметрларини танлаш, натижаларни ишлаб чиқаришга қўллашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Минерал ўғитларни қуритиш аппаратида кам энергия сарфлаган ҳолда қуритишнинг юқори самарадорлигини таъминлаш бўйича олинган натижалар асосида:

барабанли қуритгичларда қўлланиладиган икки қисмли насадка конструкцияси «Farg'onaazot» АЖ да амалиётга жорий этилган («Ўзкимёсаноат» АЖ 26 январь 2021 йилдаги №23-3-336-сон маълумотномаси). Натижада олинаётган минерал ўғитларни сифат кўрсаткичларини кўтариш имконини беради;

АС-72М суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш қурилмаси учун ички иссиқлик алмашинувчи насадка «Farg'onaazot» АЖ амалиётга жорий этилган («Farg'onaazot» АЖ нинг 31 декабрь 2020 йилдаги №37/4781–сон маълумотномаси). Натижада насадканинг иссиқлик алмашилиш юзасига таъсири ҳозирда амалиётда қўлланиладиган насадкага нисбатан 2 баробар ортиши, сарфланаётган энергия 1,3 марта қисқартириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 6 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий конференцияларида маъруза кўринишида баён этилган ҳамда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 28 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 15 та мақола, шундан 13 та Республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Асосий матнли материаллари ҳажми 119 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Адабиётлар шарҳи. қуритиш аппаратларини таҳлили**» номли биринчи бобида минерал ўғитларни ишлаб чиқаришнинг ҳозирги ҳолати ва ишлаб чиқаришни ривожлантиришнинг истиқболи таҳлил қилинган. Материалларни жадал қуритиш жараёнининг муаммолари, насадкалар конструкциясининг қуритиш жараёни интенсивлигига таъсири,

барабанли қуритгич конструктив параметрлари, қиялик бурчагининг барабанни айланиш тезлигини аппаратда бўлиш вақтига ва иссиқлик алмашилиш жараёнига таъсири таҳлил қилинган.

Диссертациянинг «**Барабанли қуритгичда минерал ўғитларни қуритиш жараёнини экспериментал статик математик моделлаштириш ва рационал қийматларини белгилаш**» номли иккинчи бобида минерал ўғитларни қуритиш жараёнини жадаллаштириш, тадқиқот ўтказиш объектлари, шартлари, қурилмалари ва услублари келтирилган. Шу билан бирга икки қисмли U симон насадка билан жиҳозланган барабанли қуритгичда аниқланадиган асосий параметрлар, барабанли қуритгичнинг гидродинамик режимларини назарий тадқиқотлар, барабанли қуритгичда дисперс материалларни термик қуритишнинг иссиқлик баланси келтирилган.

Юқорида белгиланган вазифадан келиб чиқиб, насадка конструктив параметрларни тўлиқ таққослаш ва натижалар хатолигини камайтириш ҳамда мақбул конструкцияни танлаш мақсадида тўрт омилли тизимли таҳлил усулидан фойдаланилди. Тизимли таҳлилларни ўтказишда қуритилувчи материал сифатида суперфосфат минерал ўғити танланди. Тизимли таҳлил куйидаги кетма-кетликда олиб борилди:

Биринчи бошланғич поғонада минерал ўғитларни қуритишда қўлланилаётган барабанли қуритгич ва унга ўрнатиладиган турли конструкциядаги насадкалар кўрилди. Тизимни кириш ва чиқиш параметрлари аниқланади.

Таҳлил асосида икки қисмли U симон насадка билан жиҳозланган барабанли қуритгич оптимал эканлиги танланди.

Иккинчи поғонада иссиқ ҳаво ва хом-ашёни узатиш учун элементлар, иссиқлик ва модда алмашилиш зонаси ва ишлатилган иссиқ ҳаво ва хом-ашёни чиқариш учун элементлар кўрилди. Ҳар бир ёрдамчи тизимнинг кириш ва чиқиш параметрлари аниқланади.

Икки қисмли U симон насадка билан жиҳозланган барабанли қуритгичда насадкалар шахмат тартибида оптимал 2 қатордан, 1 та қатордаги насадкалар сони 10 тадан иборатлиги, ёпиқ ва очик зоналар учун оптимал қийматлар 1 қаторда мос равишда $2,75 \text{ м}^2$ ва $0,95 \text{ м}^2$, 2 қаторда эса $2,56 \text{ м}^2$ ва $1,14 \text{ м}^2$ -ни ташкил этиши белгилаб олинди.

Ўғит совушининг оптимал ҳарорати $30-40^{\circ}\text{C}$ оралиғида, гидравлик қаршилиги эса $3,4-4 \text{ кПа}$ -ни ташкил этиши шарт.

Учинчи поғонада фазаларнинг ўзаро таъсирлашуви, қуритгичнинг умумий ишчи ҳажми ва қуритгичнинг насадка билан тўлдирилган ҳажми кўрилди. Кириш ва чиқиш параметрлари аниқланади.

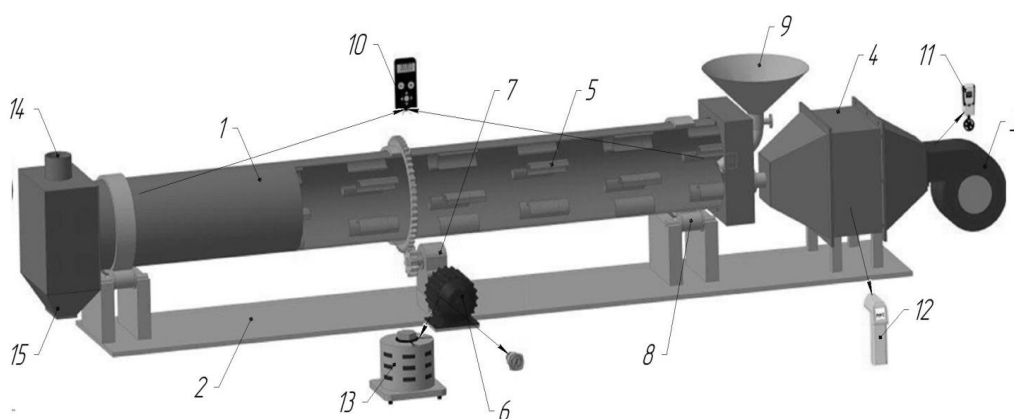
Фазаларнинг ўзаро таъсирлашувида қуритгичнинг умумий ишчи ҳажми 22 м^3 , қуритгичнинг насадка билан тўлдирилган ҳажми эса $2,5-3,2 \text{ м}^3$ -ни ташкил этиши белгилаб олинди.

Тўртинчи поғонада фазалар оқими, фазаларнинг умумий контакт юзалари, ишламайдиган зоналарнинг мавжудлиги ва маҳсулотни аппаратда бўлиш вақти кўрилди. Кириш ва чиқиш параметрлари аниқланади. Бунда: фазаларнинг умумий контакт юзалари $2, 2-3,2 \text{ м}^2$ -ни; ишламайдиган зоналар

0,5-1,5 м²-ни; маҳсулотни аппаратда бўлиш вақти 9-14 минутни ташкил этиши белгилаб олинди.

Диссертациянинг «**U симон насадкали барабанли қуритгичда тажриба ўтказиш, натижаларини қайта ишлаш ва таҳлил қилиш**» номли учинчи бобида экспериментал тадқиқотлар дастури, яратилган лаборатория қурилмаси, материал намлиги ва ҳарорати ўзгаришининг барабан айланишлар сонига, иш унумдорлигига боғлиқлиги бўйича тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Минерал ўғитларни қуритувчи барабанли қуритгич қурилмасининг тажриба нусхаси Фарғона политехника институтининг “Технологик машиналар ва жиҳозлар” кафедрасида тайёрланди. 2-расмда тажриба қурилмасининг умумий кўриниши тасвирланган. Тажрибавий тадқиқотлар кафедра ўқув полигонидида олиб борилди.



1-қуритгич корпуси; 2-таглик; 3-вентилятор; 4-калорифер; 5-насадка; 6-электромотор; 7-редуктор; 8-таянч ролик; 9-маҳсулот бункери; 10-электрон босим ўлчагич; 11-анемометр; 12-электрон термометр; 13-ЛАТР; 14-тутун қузури; 15-маҳсулотни бўшатувчи бункер.

2-расм. Барабанли қуритгичнинг конструктив схемаси.

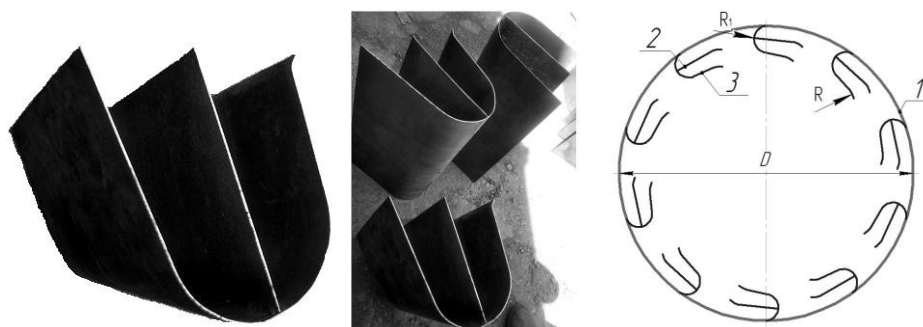
2-расмда тажриба қурилмасининг кўриниши келтирилган. Қуритгич барабани (1) таянч роликларга (8) ўрнатилган. Қуритгичга маҳсулот бункер (9) орқали узатилади. Бункер (9) нинг остки қисмига шибер (16) ўрнатилган бўлиб, у қуритиладиган маҳсулотни миқдорлаб узатиш вазифасини бажаради. Маҳсулот қуритгич ичига тушганда қуритгичнинг текисликка нисбатан қиялик бурчаги ҳамда барабаннинг айланиши ҳисобига ҳаракатга келади ва қуритгичнинг ички танасига зигзаг усулида ўрнатилган икки қисмли насадкалар (5) оралиғидан ўтади. Насадкаларнинг ички танага қуритгич (1) горизонтал ўқиға нисбатан қиялик бурчағида ўрнатилгани иссиқлик алмашилиш юзасини кўпайишини таъминлайди. Бу эса ўз навбатида қуритгичнинг (1) тўлиқ ишчи юзасидан фойдаланиш имконини кўпайтиради. Қуритиладиган маҳсулотни барабан (1) диаметри бўйлаб юқорига олиб чиқади ва барабаннинг кўндаланг юзаси бўйича бир текисда тақсимловчи насадкалардан пастга томон оқиб тушади. Барабанга айланма ҳаракатни электромотор (6) ва редуктор (7) орқали берилади. Иссиқлик агенти қуритгичнинг маҳсулот кирувчи қисмига ўрнатилган калорифер (4) орқали узатилади. Калорифердан (4) чиқаётган иссиқлик агентини вентилятор (3) орқали барабан ички юзасига юборилади. Қуритиладиган

маҳсулот ва иссиқлик агенти материалнинг насадкадан ва пастга томон оқиб тушиш жараёнида контактда бўлади. Калорифердан чиқаётган иссиқлик ҳарорати электрон термометр (12) орқали ўлчанади. Вентилятордан узатилаётган ҳаво оқими тезлиги анемометр (11) орқали аниқланади. Электромотор (6) ЛАТР (13) орқали ростланади. Тўлиқ иссиқлик алмашиниш жараёнидан ўтган маҳсулот қуритгичнинг бўшатиш бункеридан (15) туширилади.

Барабанли қуритгичнинг лаборатория моделида тажрибавий тадқиқотларни ўтказиш учун вентилятор (Иш унумдорлиги $Q_{\max} = 150 \text{ м}^3/\text{соат}$; электромотор қуввати $N_{\text{дв}} = 0,3 \text{ кВт}$; айланишлар частотаси $n = 400 \text{ айл/мин}$) марказдан қочма типда, Пито - Прандл найчаси (7,18) (50 ва 100 мм ўлчамли), чангли газ тезлигини аниқловчи $D = 60 \text{ мм}$, $L = 1200 \text{ мм}$ бўлган металл қувур, қувурда статик ва динамик босимларни аниқловчи иккита ички диаметри 7 мм Пито–Прандл найчалари мавжуд (Пито-Прандл найчаси газ тезлиги, унумдорлиги ва босимини аниқлашнинг St талаби бўйича вентиляторнинг газ чиқувчи патрубкеси диаметрига мос равишда танланди).

Бундан ташқари олинган натижаларни солиштириш мақсадида газ тезлигини аниқловчи АНЕМОМЕТР ВА06–TROTEC (Ўлчаш оралиғи 1,1 м/с ÷ 50 м/с да ҳатолик коэффиценти 0,2%, газ тезлиги 50 м/с дан ошганда ҳатолик коэффиценти 5% гачани ташкил этади) маркали электрон ўлчагичдан фойдаланилди. Чангли газ тезлигини назорат қилиш учун калорифернинг газ чиқувчи патрубкесига 0° ; 30° ; 45° ; 60° ; 90° бурчак ҳосил қилувчи шибер ўрнатилди.

Икки қисмли U симон типдаги насадканинг лаборатория модели ясалиб қуритгичнинг ички қисмига шахмат тартибида 5 қатор қилиб ўрнатилди. Ҳар бир қатордаги насадкалар сони мавжуд ишлаб чиқариш жараёнидан келиб чиқиб 10 донадан танланди (3-расм).



1-барабан корпуси; 2-насадканинг биринчи қисми; 3-насадканинг иккинчи қисми.

3-расм. Таклиф этилаётган насадкани барабанга ўрнатиш схемаси.

Насадка турларига боғлиқ ҳолда материал ҳароратига таъсирини тадқиқ этиш. Ўрганилаётган жараёнда насадка конструкцияларининг ўзаро иссиқлик алмашинишга таъсирини баҳолаш ва шу орқали мақбул конструкцияни танлаш учун, таҳлил натижаларидан фойдаланиб қуритувчи агент ва унинг материал (қуритилувчи материал сифатида суперфосфат минерал ўғити танланди) ҳароратига таъсири насадка зоналари (мавжуд ишлаб чиқариш жараёнида насадка зоналари шахмат усулида

жойлаштирилган ва беш қатордан ташкил топган) бўйича таҳлил этилди ва таққословчи график қурилди (4-расм). Бунда барабанли қуритгичга қираётган суперфосфат минерал ўғитининг ҳароратини 90÷100°C оралиғида қабул қилинди.

4-расмда кўрсатилган график боғлиқликлардан кўринадикки, ўғитнинг қуритгичдан чиқиш ҳарорати Г симон насадкада 70°C, кўтарувчи пичоқли насадкада 65,1°C, секторли насадкада 50°C, икссимон насадкада 43°C ва В симон насадкада 35°C ташкил этди. Буни шундай изохлаш мумкинки жараёнда барабан кесим юзасида материал пардасининг кўпайиши ёки камайиши насадка конструкцияларига боғлиқ бўлар экан. Бу эса ўз навбатида ўғит ҳароратига сезиларли таъсир кўрсатади. Маҳсулот насадка зоналаридан ўтгани сари таркибидаги намлик қуритувчи агентга ўтади ва ҳарорати пасаяди. Лекин насадка конструкциясининг мураккаблашиши ва габарит ўлчамларининг катталашини қуритгичда гидравлик қаршиликларнинг ортишига сабаб бўлади. Таҳлил натижаларининг хатолигини белгилаш мақсадида 6-расмда келтирилган график боғлиқликларга энг кичик квадратлар усулини қўллаб қуйидаги регрессион тенгламалар олинди.



1-Г симон насадка; 2-кўтарувчи пичоқли насадка; 3-секторли насадка; 4-икссимон насадка; 5-У симон насадка.

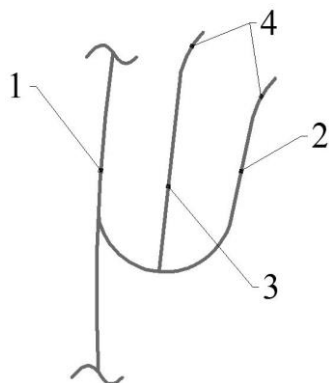
4-расм. Насадка турларига боғлиқ ҳолда ҳароратнинг ўзгариш графиги

$y = -0,4286x^2 - 5,0286x + 105,6$	$R^2 = 0,9989$	(1)
$y = -0,3429x^2 - 6,6229x + 106,66$	$R^2 = 0,9956$	(2)
$y = -1,4286x^2 - 3,2286x + 103,2$	$R^2 = 0,9862$	(3)
$y = -0,7857x^2 - 8,9857x + 108,4$	$R^2 = 0,9909$	(4)
$y = 0,6429x^2 - 20,757x + 120,6$	$R^2 = 0,9784$	(5)

Тадқиқ этилаётган суперфосфат минерал ўғитини қуритиш жараёнида қўлланилаётган барабанли қуритгичда қуритиш жараёнини жадаллаштириш учун юқорида кўриб ўтилган насадка конструкцияларидан У симон насадка конструкцияларининг иш параметрлари мақбул иш режимини таъминлаши мумкин. Аммо кам энергия сарфида юқори қуритиш даражасини таъминлаш ва жараёнга мақбул конструкцияни танлаш, унинг конструкциясини такомиллаштириш масалалари долзарбдир.

Фарғона политехника институтида ҳам минерал ўғитларни қуритиш жараёни учун У симон насадканинг конструктив схемаси ишлаб чиқилди (5-расм).

Насадканинг мавжуд конструкциялардан авфзаллиги шундаки, биринчидан унинг материални тўкиш қисмининг маълум бир қияликни ташкил этиши қуритгичдаги иссиқлик алмашмайдиган зоналарни кескин камайишини таъминлайди. Иккинчидан қисмларнинг ярим доирали конструкцияга ўрнатилиши, материални насадкага тикилиб қолишини олдини олади.



1–барабан танаси; 2– насадканинг қуйи куракчаси; 3– насадканинг ўрта куракчаси; 4– йўналтирувчи элемент.

5–расм. Икки қисмли U симон насадканинг такомиллашган конструктив схемаси.

1-жадвал

Насадканинг материални тўкиш қисмидаги қиялиги $R=15^\circ$ бўлганда

№	Калорифер шибери градуси	Кириш тезлиги	Чиқиш тезлиги	Қаршилик коэффициенти
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	4.23	3.35
2	75°	10.55	3.16	3.33
3	60°	7.15	2.12	3.37
4	45°	5.62	1.72	3.29
5	30°	2.60	0.77	3.35
6	15°	1.40	0.41	3.36
				Ўртача 3.34
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	4.04	3.51
2	75°	10.55	3.02	3.49
3	60°	7.15	2.01	3.56
4	45°	5.62	1.59	3.52
5	30°	2.60	0.73	3.54
6	15°	1.40	0.39	3.53
				Ўртача 3.52
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	3.78	3.75
2	75°	10.55	2.83	3.72
3	60°	7.15	1.91	3.74
4	45°	5.62	1.51	3.75
5	30°	2.60	0.69	3.73
6	15°	1.40	0.37	3.76
				Ўртача 3.74

Барабанли қуритгичда иссиқлик агенти тезлиги ва маҳаллий қаршилик коэффициентларини тажрибавий тадқиқ этиш. Тадқиқотларни ўтказиш учун ўзгарувчи омилларнинг куйидаги чегаралари, насадканинг материални тўкиш қисмининг қиялиги $R=15;30$ ва 45° , иссиқлик алмашилиш зоналари сони 5 та, битта қатордаги насадкалар сони 10 та (насадкалар зоналар бўйича шахмат қатор тартибида жойлаштирилган), калорифердан чиқаётган иссиқлик агентининг (ҳаво) тезлиги $v=1,4\div 14,2$ м/с, қуритманинг иш унумдорлиги $Q_{унм}=0,18\div 0,46$ кг/с, қуритгич барабанининг текисликка нисбатан қиялик бурчаги $\alpha=2,24$ гр (технологик регламент бўйича), Қуритгич барабанининг айланишлар частотаси $n=4$ айл/мин белгиланди.

Юқоридаги ўзгарувчан омиллар кетма-кетликда ўзгартириб борилди ва иссиқлик агентининг барабанга киришдаги ва чиқишдаги тезлиги қийматлари ҳамда сарфи тажрибавий аниқланди. Ҳар бир ўтказилган тажрибалар 5 маротабадан такрорланган ҳолда олиб борилди ва ўрта арифметик қийматлар танланди. Тажриба натижалари 1-3-жадвалларда келтирилган.

2-жадвал

Насадканинг материални тўкиш қисмидаги қиялиги $R=30^\circ$ бўлганда

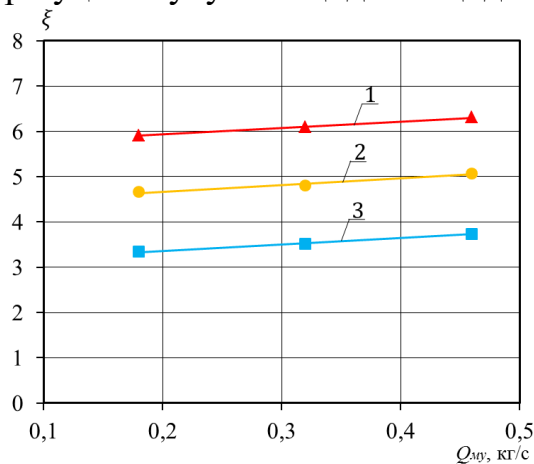
№	Калорифер шибери градуси	Кириш тезлиги	Чиқиш тезлиги	Қаршилик коэффициенти
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	3.03	4.68
2	75°	10.55	2.26	4.66
3	60°	7.15	1.52	4.70
4	45°	5.62	1.21	4.62
5	30°	2.60	0.55	4.68
6	15°	1.40	0.30	4.67
				Ўртача 4.66
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	2.93	4.84
2	75°	10.55	2.18	4.82
3	60°	7.15	1.46	4.89
4	45°	5.62	1.15	4.85
5	30°	2.60	0.53	4.87
6	15°	1.40	0.28	4.86
				Ўртача 4.81
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	2.79	5.08
2	75°	10.55	2.08	5.05
3	60°	7.15	1.41	5.07
4	45°	5.62	1.10	5.09
5	30°	2.60	0.51	5.06
6	15°	1.40	0.27	5.08
				Ўртача 5.07

Насдканинг материални тўқиш қисмидаги қиялиги $R=45^\circ$ бўлганда

№	Калорифер шибери градуси	Кириш тезлиги	Чиқиш тезлиги	Қаршилиқ коэффициенти
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	2.39	5.92
2	75°	10.55	1.78	5.90
3	60°	7.15	1.20	5.94
4	45°	5.62	0.95	5.86
5	30°	2.60	0.43	5.92
6	15°	1.40	0.23	5.93
				Ўртача 5.91
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	2.33	6.08
2	75°	10.55	1.74	6.06
3	60°	7.15	1.16	6.13
4	45°	5.62	0.92	6.09
5	30°	2.60	0.42	6.11
6	15°	1.40	0.22	6.10
				Ўртача 6.09
Маҳсулотни тўлдириш коэффициенти 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	2.24	6.32
2	75°	10.55	1.67	6.29
3	60°	7.15	1.13	6.31
4	45°	5.62	0.88	6.32
5	30°	2.60	0.41	6.30
6	15°	1.40	0.22	6.33
				Ўртача 6.31

Ўтказилган тажрибаларнинг тўғрилигини текшириш мақсадида қаршилиқ коэффициентининг иш умдорлигига боғлиқлик графиги қурилди (6-расм).

Ўтказилган тажрибаларга энг кичик квадратлар усулини қўллаб, қуйидаги регрессион тенгламалар олинди ва график боғланишларнинг ҳар бир нуқтаси учун алоҳида алоҳида ечиб қўрилди.



1-иш умдорлиги 0,18 кг/с; 2-иш умдорлиги 0,32 кг/с; 3-иш умдорлиги 0,46 кг/с;

6-расм. Қаршилиқ коэффициентининг иш умдорлигига боғлиқлиги.

Корреляция (R) хатоликлари белгиланди. Олинган қийматлардан кўринадики, тажриба хатолиги 5% дан ошмади.

1-иш унумдорлиги 0,18 кг/с;

$$y = 1,4286x + 5,6462 \quad (R^2 = 0,9967) \quad (6)$$

2-иш унумдорлиги 0,32 кг/с;

$$y = 1,4643x + 4,3781 \quad (R^2 = 0,9766) \quad (7)$$

3-иш унумдорлиги 0,46 кг/с;

$$y = 1,4286x + 3,0762 \quad (R^2 = 0,9967) \quad (8)$$

Берилган графикдан кўринадики, барабанга маҳсулотни тўлдириш коэффициентининг ортиб бориши аппаратдаги қаршилик коэффициентининг кўтарилишига олиб келар экан. Бундан ташқари икки қисмли U симон насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчагининг $15 \div 45^\circ$ кўтарилиши ҳам барабаннинг кўндаланг кесим юзасида материал пардаси коэффициентининг ортишига ва бу эса ўз навбатида қаршилик коэффициентининг янада кўтарилишига сабаб бўлади.

Демак, аппаратдаги гидравлик қаршиликларни аниқлашда ушбу омилларни эътиборга олиш, иссиқлик агентидан самарали фойдаланишни белгиловчи параметр сифатида ҳисобланиши мумкин.

Бундан ташқари икки қисмли U симон насадка билан жиҳозланган барабаннинг гидравлик қаршилиги, иссиқлик агенти тезлигининг материал ҳароратига таъсири ўрганилди.

Тажриба натижаларига ишлов бериш ва оптимал параметрларни асослаш.

Ўтказилган кўп омилли экспериментлар асосида рационал қийматларни аниқлаш учун математик режалаштириш усулидан фойдаланилди. Назарий тадқиқотлар ва кўп омилли экспериментларда қуритгичнинг секундли иш унумдорлиги X_1 , насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчаги X_2 , иссиқлик агенти тезлиги X_3 ва иссиқлик агенти ҳарорати X_4 , қурилманинг гидравлик қаршилиги, тозалаш самарадорлиги ва энергия сарфига энг кўп таъсир этувчи омиллар эканлиги аниқланди.

Юқорида келтирилган назарий тадқиқотлар ва кўп омилли тажрибалар натижаларига асосланиб, ушбу омилларнинг ўзгариш оралиқлари белгиланди. 5-жадвалда омилларнинг сатҳлари ва ўзгариш оралиқлари келтирилган.

5-жадвал

Омилларнинг сатҳлари ва ўзгариш оралиқлари

№	Омиллар	Ўлчов бирлиги	Омилларни белгиланиши	Ўзгариш оралиғи	Омилларнинг сатҳлари		
					қуйи (-1)	асосий (0)	юқори (+1)
1.	Секундли иш унумдорлиги	кг/с	X_1	0,14	0,18	0,32	0,46
2.	Насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчаги	г	X_2	15	15	30	45
3.	Иссиқлик агенти тезлиги	м/с	X_3	6,4	1,4	7,8	14,2
4.	Иссиқлик агенти ҳарорати	°С	X_4	23,8	22,4	46,2	70

Кўп омилли экспериментларни ўтказишда баҳолаш мезонлари сифатида ўғитнинг совуш ҳарорати Y_1 , донадорлик таркиби Y_2 ва барабаннинг гидравлик қаршилиги Y_3 деб қабул қилинди.

Баҳолаш мезонларига омилларнинг таъсирини иккинчи даражали полином тўлиқ ёритиб беради деб ҳисоблаб, тажрибалар HARTLI-4 режаси асосида амалга оширилди.

Баҳолаш мезонларига назорат қилинмайдиган омилларнинг таъсирини камайтириш учун тажрибаларни ўтказиш кетма-кетлиги тасодифий сонлар жадвалининг 1/17 кўринишидан фойдаланиб белгилаб олинди ҳамда 5 маротабадан алоҳида-алоҳида такрорланган ҳолда тажрибалар ўтказилди. Олинган тажриба натижаларининг ўрта арифметик қийматлари танланди. Тажриба натижаларига тегишли тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи қуйидаги регрессия тенгламалари “PLANEX” программасининг HARTLI-4 дастури бўйича олинди ва ўзгарувчи омилларнинг баҳолаш мезонларига боғлиқлик графиклари қурилди (7-8-расмлар). Унга кўра:

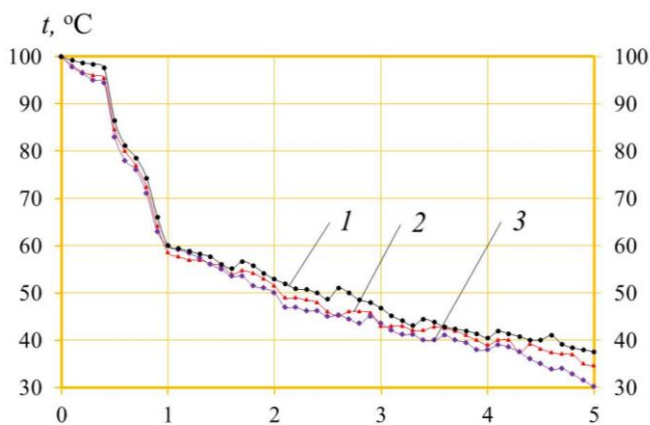
Қурилмада ўғитнинг совуш ҳарорати қуйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланди, °C

$$Y_1 = +133.8952 + 35.563 X_1 + 0.000 X_2 + 154.300 X_3 + 18.2967 X_4 + 64.683 X_1X_1 + 45.287 X_1X_2 - 45.238 X_1X_3 - 44.679 X_1X_4 + 62.984 X_2X_2 - 22.7521 X_2X_3 - 19.629 X_2X_4 - 88.350 X_3X_3 + 45.196 X_3X_4 - 119.949 X_4X_4; \quad (9)$$

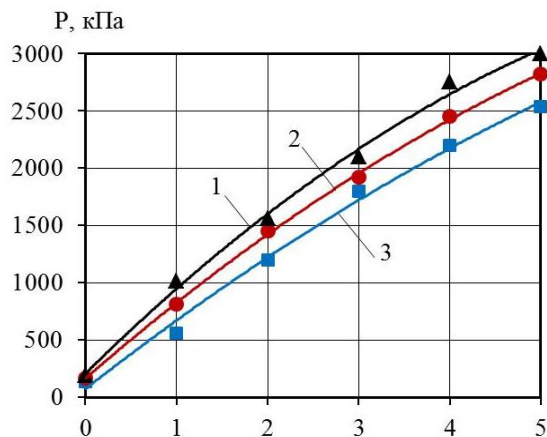
Барабаннинг гидравлик қаршилиги қуйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланди, кПа

$$Y = + 132.9121 + 35.555 X_1 + 36.200 X_2 + 154.113 X_3 + 18.2720 X_4 + 75.567 X_1X_1 + 45.202 X_1X_2 - 45.218 X_1X_3 - 44.578 X_1X_4 + 38.799 X_2X_2 - 22.7450 X_2X_3 - 19.373 X_2X_4 - 77.281 X_3X_3 + 9.170 X_3X_4 - 108.821 X_4X_4; \quad (10)$$

Олинган регрессия тенгламалари (9-10) ва графиклар (7-8- расмлар) таҳлилидан кўриниб турибдики, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатади. Бундан ташқари, қурилманинг секундли иш унумдорлиги, насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчаги, иссиқлик агенти тезлиги ва иссиқлик агенти ҳарорати ўрганилаётган омилларга нисбатан мураккаб боғлиқликда бўлар экан.



7-расм. Ўғит ҳароратининг ўзгарувчи омилларга ва барабан зоналарига боғлиқлиги.



8-расм. Гидравлик қаршилиқнинг ўзгарувчи омилларга ва барабан зоналарига боғлиқлиги.

Тадқиқ этилаётган жараёнларга таъсир этувчи омиллар, яъни курилманинг гидравлик қаршилиги энергия истеъмолининг мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида регрессия тенгламалари аниқланувчи мезонлар учун алоҳида-алоҳида ечиб кўрилди. Бунда ўғитнинг совуш ҳароратини 30-40⁰С оралиғида ва барабанинг гидравлик қаршилигини 3,4-4 кПа бўлиш шарти бўйича қабул қилинди. Ушбу вазифа ПК «Pentium IV» компьютерида Excel дастурини «ечимни қидириш» амали ёрдамида ечилиб, ўзгарувчан омилларнинг кодланган кўринишидаги мақбул қийматлари олинди ҳамда кодланган қийматлардан натурал қийматларга ўтилди (6-жадвал).

6–жадвал

Кодланган қийматлардан натурал қийматларга ўтиш

№	Омиллар	Ўлчов бирлиги	Шартли белгиланиши	Кодланган қиймати	Ҳақиқий қиймати
1.	Секундли иш унумдорлиги	кг/с	X ₁	-0,62	0,39
2.	Насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчаги	гр	X ₂	-0,52	35,6
3.	Иссиқлик агенти тезлиги	м/с	X ₃	0,12	10,26
4.	Иссиқлик агенти ҳарорати	°С	X ₄	-0,03	50,4

Шундай қилиб, аниқланувчи мезонларнинг қийматларининг мақбул параметрлари стандарт ҳолатга келтирилди ва уни қуйидагича ёзиш мумкин: курутгичнинг секундли иш унумдорлиги X₁-0,39 кг/с; насадканинг маҳсулотни тўкиш қиялик бурчаги X₂-35,6 градус; иссиқлик агенти тезлиги X₃-10,26 м/с; иссиқлик агенти ҳарорати X₄-50,4°С.

Омилларнинг бу қийматларида ўғитнинг совуш ҳарорати Y₁-36,5°С , донадорлик таркиби Y₂- <1 мм гача 10,4 %, 1÷3 мм гача 30,9 %, 3÷5 мм гача 43,6 %, 5÷10 мм гача 11,4 % ва 10 мм юқори 3,7 % ва барабанинг гидравлик қаршилиги Y₃-2142 Па деб қабул қилинди. Ушбу олинган қийматлар белгиланган технологик регламентни тўлиқ қаноатлантиради.

Олинган оптимал параметрлар асосида насадканинг конструкцияси ишлаб чиқилди ва саноат синовларини ўтказиш учун “Farg’onaazot” АЖ нинг АС-72М суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш цехида барабанли курутгичга ўрнатилди.

Диссертациянинг «**Икки қисмли U симон насадкани саноатда қўллаш ва унинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш**» номли тўртинчи бобида минерал ўғитларни гранулалаш жараёнлари ва барабанли курутгични муҳандислик ҳисоби ва ҳисоблаш услуги, икки қисмли U симон насадкани саноатда қўллашдан олинган иқтисодий самарадорлиги келтирилган.

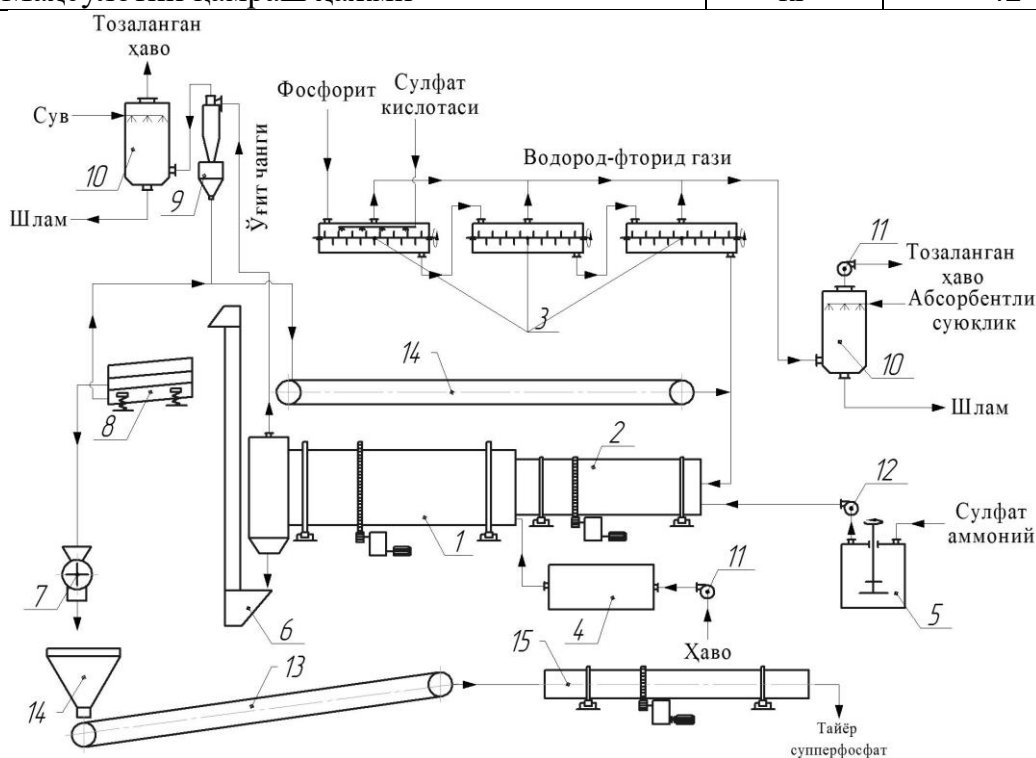
Ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида икки қисмли U симон насадкага дастлабки талаблар ҳамда техник топшириқ ишлаб чиқилди ва шулар асосида “Farg’onaazot” АЖ нинг АС-72М цехи суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш бўлимида тажриба синовлари ўтказилди. Шу билан биргаликда тадқиқот натижалари асосида насадка конструкциясини саноат нусхасини ишлаб чиқариш учун “Farg’onaazot” АЖ нинг

конструкторлик бўлимига топширилди. Таклиф қилинаётган икки қисмли U симон насадканинг 10 дона ярим саноат нусхаси тайёрланди ва суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш технологик чизиғидаги (9-расм) барабанли қуритгичга шахмат тартибда 2 зонадан иборат қилиб пайвандланди. 10-расмда таклиф этилаётган насадканинг қуритгичга ўрнатилган ҳолатидаги кўриниши ҳамда 7-жадвалда насадканинг конструктив параметрлари келтирилган.

7-жадвал

Насадканинг конструктив параметрлари

№	Номи	Бирлиги	Сон қиймати
1.	Узунлиги	мм	1000
2.	Биринчи лопатканинг эни	мм	300
3.	Иккинчи лопатканинг эни	мм	350
4.	Лопаткаларнинг маҳсулотни тўкиш қисми қиялик радиуси	градус	35,6
5.	Биринчи лопаткадан пайвандлаш чокигача бўлган масофа	мм	320
6.	Лопаткалар орасидаги масофа	мм	160
7.	Маҳсулотни қамраш ҳажми	кг	42



1-икки қисмли U симон насадка билан жиҳозланган барабанли қуритгич; 2-барабанли гранулятор; 3-аралаштиргичли горизонтал реактор; 4-калорифер; 5-аралаштиргичли вертикал реактор; 6-ковшли элеватор; 7-болғали майдалагич; 8-элак; 9-циклон НИОГАЗ; 10-ичи бўш скруббер; 11-вентилятор; 12-марказдан қочма турдаги насос; 13-лентали конвейер; 14- таъминловчи бункер; 15-барабанли совутгич.

9-расм. Суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш технологик схемаси.

Г симон насадка билан жиҳозланган қуритгич юза кесимида очик зоналар 30% ва ёпиқ зоналар 70% ни ташкил этган бўлса, таклиф этилаётган насадка билан жиҳозланган қуритгич юза кесимида очик зоналар 10% ни ва ёпиқ зоналар 90% ни ташкил этади. Бундан, очик зоналар 3 марта, ёпиқ

зоналар 1,28 марта самарадор эканлиги кўринади, бу эса ўз навбатида қуритиш жараёнини интенсивлашишини таъминлайди.



10-расм. Насадкаларнинг қуритгичга ўрнатилган ҳолатидаги кўриниши.

Олинган анализ натижаларидан кўринадики, таклиф этилаётган насадканинг саноатга қўлланиши суперфосфат ўғити ишлаб чиқариш учун белгиланган стандарт талабларни тўлиқ қаноатлантиради.

ХУЛОСА

1. Қуритиш барабанларига ўрнатилган турли насадкаларнинг конструкцияларини адабий шарҳ бўйича таҳлил қилиш натижасида икки қисмли насадкани афзаллиги асосланди ва унинг асосий параметрлари аниқланди.

2. Икки қисмли насадкани ўрнатишнинг оптимал ўлчамлари ва уларнинг асосида барабан юзасининг тўлдириш коэффициентини оширувчи параметрлар аниқланди.

3. Тавсия этилган насадканинг иссиқлик алмашилиш жараёнига таъсир этувчи омиллар аниқланди.

4. Барабан айланишлар сонининг $n=2.5$ айл/мин дан $0,5$ айл/мин қадам билан 4 айл/мин гача ортиши материалнинг охириги намлигини ортишига ва оқимдаги ҳароратнинг камайишига, аппаратнинг қуритиш бўйича иш унумдорлигининг $G_m=0,02$ кг/с дан $0,01$ қадам билан $0,05$ кг/с гача ортиши материалнинг чиқишдаги намлиги ортишига ва чиқишдаги ҳароратнинг камайишига, барабандаги иситувчи ҳаво тезлигини $W=1,5$ м/с дан $0,3$ м/с қадам билан $2,4$ м/с гача ортиши материалнинг охириги намлигини камайиши ва чиқишдаги ҳаво ҳароратининг ортишига олиб келди.

5. Тавсия этилган икки қисмли насадка саноатда қўлланилганда, қуритгичнинг секундли иш унумдорлиги $-0,39$ кг/с, маҳсулотни насадкадан тўкилиш қиялик бурчаги $-35,6^{\circ}$, иссиқлик агенти тезлиги $-10,26$ м/с, иссиқлик агентининг ҳарорати $-50,4^{\circ}\text{C}$ бўлганда ўғитнинг совиш ҳарорати $-36,5^{\circ}\text{C}$, донадорлик таркиби <1 мм гача $10,4$ %, $1\div 3$ мм -гача $30,9$ %, $3\div 5$ мм гача $43,6$ %, $5\div 10$ мм гача $11,4$ % ва 10 мм юқори $3,7$ % ва барабаннинг гидравлик қаршилиги -2142 Па га тенг. Бунда насадканинг иссиқлик алмашилиш юзасига таъсири ҳозирда қўлланилаётган насадкага нисбатан 2 баробарга ортганлиги ва жараёнга сарфланаётган энергия $1,3$ баробарга кам сарфланиши аниқланди.

6. “Farg’onaazot”АЖ нинг АС-72 М цехи суперфосфат минерал ўғити ишлаб чиқариш бўлимида тажриба синовлари ўтказилди. Жорий этишнинг йиллик иқтисодий самарадорлиги 593292000 сўмни ташкил этади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
ИНСТИТУТЕ**

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МИРШАРИПОВ РАХМАТИЛЛО ХАБИБУЛЛАЕВИЧ

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ НА ОСНОВЕ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННЫХ
СУШИЛОК ДЛЯ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**02.00.16 – Процессы и аппараты химических технологий и пищевых
производств (технические науки)**

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.4.PhD/T597

Диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета по адресу www.tkti.uz и информационно-просветительским портале «Ziynet» www.ziyo.net.uz.

Научный руководитель:

Тожиев Расулжон Жумабоевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдуллаев Алишер Шоназарович
доктор технических наук, доцент
Чориев Абдусаттар Жураевич
кандидат технических наук, доц.

Ведущая организация:

Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «__» _____ 2022 г. в «__» часов на заседании разового научного совета на основе научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz.)

Диссертация зарегистрирована в информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № __, с которым можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2022 года.
(протокол рассылки № _____ от _____ 2022 года).

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

Х.И. Кадиров
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н. (DSc)

К.О. Додаев
Председатель Научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Во всём мире проблемы обеспечения человечества высококачественными продуктами питания требуют улучшения состава различных минеральных и органических удобрений, к которым предъявляются высокие требования. Производство качественных современных удобрений требует модернизации, упрощения и повышение производительности предприятий имеет актуальное значение. Как известно, удобрения производятся во всем мире на основе современных технологий, переработки сырья с принципиально разными физико-химическими свойствами, использованием различных технологических процессов.

В мировой химической промышленности для производства высокоэффективных сортов минеральных удобрений, обеспечивающих качественные и энергосберегающие технологии, проводятся различные исследования. Учёными мира уделяется особое внимание анализу режимов работы различных сушильных аппаратов и выявлению их проблем; решению вопросов оптимизации гранулометрического состава и повторной сушки; совершенствованию конструкций внутренних насадок сушильных аппаратов; экспериментальному исследованию влияния тепловой аэродинамики на направление движения высушиваемой продукции.

В нашей республике уделяется особое внимание совершенствованию, упрощению качественному производству и энергосбережению при сушке удобрений. В “Стратегии действий РУз на 2017-2021г.г...” отмечены такие важные задачи, как: глубокая переработка местных сырьевых ресурсов и производство готовой продукции на этой основе с высокой добавленной стоимостью. В этом направлении, и в том числе, в направлении совершенствования конструкций сушильных барабанов для минеральных удобрений, а также интенсификации процесса сушки проводимые работы имеют важное значение.

Указы Президента Республики Узбекистан от 07 мая 2018 года за №3698, «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химикатов с высокой добавленной стоимостью»¹ и № ПП-4265 от 3 апреля 2019 г. «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышения ее инвестиционной привлекательности» явились основой для установления зависимости настоящих исследований от приоритетов развития науки и технологий республики.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертация выполнена в соответствии с программой развития приоритетных направлений науки и техники Республики «Химические технологии и нанотехнологии», пункт VII.

Степень изученности проблемы. Исследования по определению

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП 4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

оптимальных режимов производства суперфосфатных минеральных удобрений в условиях химических предприятий не завершены. По совершенствованию барабанных сушильных установок для сушки минеральных удобрений, исследованию их технологических режимов вели исследования М.В.Лыков, В.Н.Блиничев, С.В.Федосов, В.Ф.Фролов, W.C.Saeman, M.Fertilizer, R.V.Keey, P.Chen, В.Я. Валуйский, О.С.Кочетов, С.А.Кочергин, Н.М. Михайлов, Б.С.Сажин, М.Н.Гамрекели, Н.В.Чугунова, Д.Ярошчук, А.В. Алтухов, Ю.Ю. Миксайлов, О.М. Чайкин, Г.В. Калашников, А.Н. Храмов, О.Ф.Сафаров, Х.С.Нурмухаммедов, А.А.Артиков, Х.Г.Джураев и др.

Они разработали улучшенный метод сушки минеральных удобрений в химической промышленности, экологически чистые и энергоэффективные технологические процессы и оборудование.

В то же время проводятся исследования по совершенствованию технологии и оборудования для сушки компактных, недорогих и ориентированных на экспорт минеральных удобрений для пищевой, химической, хлопкоперерабатывающей и смежных отраслей.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Данная работа проводилась в рамках хозяйственного контракта ФерПИ с АО «Ферганаазот», по «Устранению существующих проблем с сушкой в производстве суперфосфатных минеральных удобрений в цехе суперфосфата АС-72».

Целью исследования является интенсификация процесса сушки за счет совершенствования конструкций барабанных сушителей минеральных удобрений.

Задачи исследования:

анализ сушильных устройств и режимов, выявление проблем;

исключение повторной сушки большей части продукта за счет оптимизации гранулометрического состава продукта;

экспериментальная проработка конструкции внутренних форсунок сушилки и способа их размещения, влияние продукта на направление движения и тепловую аэродинамику;

устранение дефектов конструкции сушилки и ускорение процесса сушки;

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

Объектом исследования явились сушильные оборудования на предприятиях химической промышленности АО «Ферганаазот» и АО «Кварц».

Предмет исследования: Оценка степени ускорения процесса U образной насадки, устранение комкообразования высыхающего материала.

Методы исследования: В процессе исследования методы расчётов гидравлики, гидродинамики, физики, химии, математической статистики, и математического планирования экспериментов.

Научная новизна исследования:

на основе анализа конструкции существующего оборудования получена экспериментально-статистическая модель процесса сушки минеральных удобрений и определены рациональные значения;

оптимизирована аэродинамика движения продукта в аппарате и режим процесса сушки, повышена энергоэффективность;

конструкция и размещение внутренних форсунок сушильного аппарата исследованы экспериментально по влиянию продукта на направление движения и тепловую аэродинамику;

оптимизация гранулометрического состава продукта позволила исключить стадию повторной сушки большей части продукта.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основании анализа рабочих параметров барабанной сушилки предлагается использовать двух секционную U образную насадку;

создана экспериментально-статистическая модель процесса сушки минеральных удобрений, определены оптимальные параметры аппарата методом экспериментально-статистического планирования;

предложены режимные параметры процесса сушки на основе изучения свойств суперфосфатных минеральных удобрений.

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными экспериментами и опытно-промышленными испытаниями.

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными экспериментами и опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется получена на основе анализа конструкции устройств научной результатов исследований экспериментально-статистическая модель процесса сушки минеральных удобрений и на основе рациональных величин аэродинамика движения продукта в аппарате и оптимизация режима процесса сушки повышением коэффициента использования энергии.

Практическая значимость результатов исследований заключается в использовании двухэлементной U образной насадки, что позволяет оценить уровень распределения минеральных удобрений в оборудовании, определить оптимальные параметры работы аппарата, выбрать режимные параметры процесса сушки, с учетом свойств суперфосфатных минеральных удобрений.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов для обеспечения высокой эффективности сушки при низком энергопотреблении в сушилке минеральных удобрений:

в АО «Ферганаазот» внедрена конструкция двухсоставной насадки для использования в барабанных сушилках (справка АО «Узкимёсаноат» № 23-3-336 от 26 января 2021 года). Полученные минеральные удобрения позволили повысить качественные показатели;

насадка внутреннего теплообменника установки по производству суперфосфатных минеральных удобрений АС-72М введена в эксплуатацию АО «Ферганаазот» (справка АО «Ферганаазот» от 31.12.2020 № 37/4781). В результате влияние насадка на поверхность теплообмена в 2 раза выше, чем у применяемого в настоящее время на практике насадке, что позволяет снизить энергозатраты в 1,3 раза.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были представлены и апробированы на 6 международных и 7 национальных научных конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 28 научных работ, в том числе 15 статей в научных журналах, рекомендованных к публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссией РУз, в том числе 13 отечественных и 2 зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Основной текстовый материал изложен на 119 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость исследования, цели и задачи исследования, объект и предмет, релевантность исследования приоритетам науки и техники, научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая значимость результатов, информация о выполнении, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Литературный обзор. Анализ сушильного оборудования»** анализируется текущее состояние производства минеральных удобрений и перспективы развития производства. Проблемы быстрой сушки материалов, влияние конструкции насадки на интенсивность процесса сушки, влияние конструктивных параметров барабанной сушилки, угла наклона, скорости вращения барабана на время, анализируется аппарат и процесс теплообмена.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Экспериментальное статистическое моделирование и определение рациональных значений процесса сушки минеральных удобрений в барабанной сушилке»** описаны объекты, условия, устройства и методы ускорения процесса сушки минеральных удобрений. Кроме того, приведены основные параметры, определенные в барабанной сушилке с двухэлементной U-образной насадкой, приведены теоретические исследования гидродинамических режимов барабанной сушилки, теплового баланса термической сушки

дисперсных материалов в барабанной сушилке.

Исходя из поставленной задачи, использован метод четырехфакторного системного анализа с целью полного сравнения конструктивных параметров насадки и уменьшения погрешности результатов, а также выбора оптимальной конструкции. В качестве сушильного материала для системного анализа выбрано суперфосфатное минеральное удобрение. Системный анализ проводится в следующей последовательности:

На первом этапе выделена барабанная сушилка, используемая для сушки минеральных удобрений и установленные на ней насадки различной конструкции. Определены входные и выходные параметры системы.

На основании анализа оптимальной выбрана барабанная сушилка с двухэлементной U-образной насадкой.

На втором этапе выделены элементы для передачи горячего воздуха и сырья, зоны тепла и обмена веществ, а также элементы для удаления отработанного горячего воздуха и сырья. Определены входные и выходные параметры каждой вспомогательной системы.

В барабанной сушилке, оснащенной U-образной насадкой, состоящей из двух частей, насадки оптимально расположены в 2 ряда в шахматном порядке, количество насадок в 1 ряду - 10, оптимальные значения для внутренней и наружной зон - $2,75 \text{ м}^2$ и $0,95 \text{ м}^2$ в 1 ряд соответственно по 2 в 2 ряда, 56 м^2 и $1,14 \text{ м}^2$ соответственно.

Оптимальная температура охлаждения удобрений должна быть в пределах $30-40^\circ\text{C}$, а гидравлическое сопротивление - $3,4-4 \text{ кПа}$.

На третьем этапе выделено взаимодействие фаз, общий рабочий объем сушилки и объем сушилки, заполненной насадкой. Определены входные и выходные параметры.

При взаимодействии фаз было определено, что общий рабочий объем сушилки составляет 22 м^3 , а объем сушилки, заполненной насадками, составляет $2,5-3,2 \text{ м}^3$.

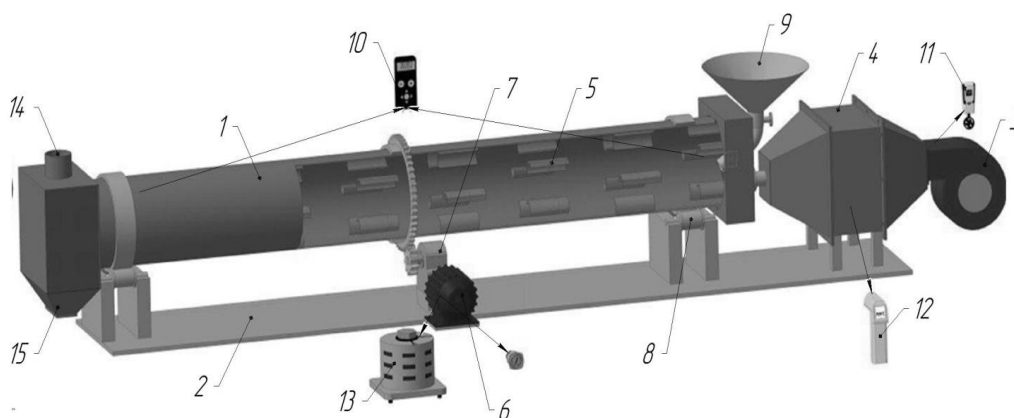
На четвертом этапе наблюдали фазный ток, общую контактную поверхность фаз, наличие нерабочих зон и время, в течение которого продукт находился в аппарате. Определены входные и выходные параметры. В этом случае: общая контактная поверхность фаз $2, 2-3,2 \text{ м}^2$; нерабочие зоны $0,5-1,5 \text{ м}^2$; определяется временем нахождения продукта в аппарате. Оно установлено, и составляет 9-14 мин.

В третьей главе диссертации, названной **«Эксперименты, обработка и анализ результатов в барабанной сушилке с U образной насадкой»** представлены результаты исследований по программе экспериментальных исследований, созданного лабораторного оборудования, зависимости изменения влажности и температуры от количество оборотов барабана.

Опытный вариант барабанной сушилки для сушки минеральных удобрений изготовлен на кафедре «Технологические машины и оборудование» Ферганского политехнического института. На рисунке 2

показан обзор экспериментального устройства. Экспериментальные исследования проводились на полигоне кафедры.

На рисунке 2 показано экспериментальное устройство. Сушильный барабан 1 установлен на опорных роликах 8. Через бункер 9 продукт поступает в сушилку. Внизу бункера 9 установлен шибер 16, который служит для количественного определения продукта, подлежащего сушке. Когда продукт попадает в сушилку, он перемещается из-за угла наклона сушилки относительно плоскости и вращения барабана и проходит через сопло, состоящее из двух частей 5, установленное зигзагообразно на внутреннем корпусе сушилки. Сушилка. То, что насадки установлены на внутреннем корпусе сушилки 1 под углом к наклону относительно горизонтальной оси, обеспечивает увеличение поверхности теплообмена. Это, в свою очередь, увеличивает возможность использования всей рабочей поверхности сушилки 1. Подлежащий сушке продукт поднимается вверх по диаметру барабана 1 и стекает вниз из сопел, равномерно распределяясь по поперечной поверхности барабана. Вращательное движение на барабан передается электродвигателем 6 через редуктор 7. Теплоноситель передается через нагреватель 4, установленный на входе продукта сушилки. Тепловой агент, выходящий из нагревателя 4, направляется на внутреннюю поверхность барабана посредством вентилятора 3. Высушаемый продукт и теплоноситель вступают в контакт в процессе стекания материала вниз от насадки. Температура воздуха, выходящего из нагревателя, измеряется термометром 12. Скорость воздушного потока, отходящего от вентилятора определяется анемометром 11. Напряжение, подаваемое на электродвигатель 6 регулируется с помощью ЛАТР 13. Продукт, прошедший полный процесс теплообмена, выгружается из разгрузочного бункера 15 сушилки.



1-корпус сушилки; 2-поддон; 3-вентилятор; 4-калорифер; 5-насадка;
6-электродвигатель; 7-редуктор; 8-опорный ролик; 9-бункер для продукта; 10-манометр; 11-анемометр; 12-термометр; 13-ЛАТР; 14-труба удаления газов; 15-бункер выгрузки продукции.

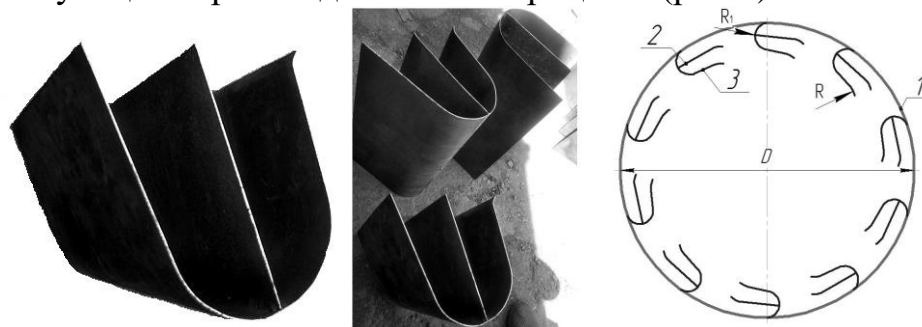
Рис.2. Конструктивная схема барабанной сушилки.

Вентилятор для экспериментальных исследований в лабораторной модели барабанной сушилки (производительность $Q_{max} = 150 \text{ м}^3/\text{ч}$; мощность электродвигателя $N = 0,3 \text{ кВт}$; частота $n = 400 \text{ об/мин}$) центробежного типа, трубка Пито-Прандтля 7, 18 (размер 50 и 100 мм),

металлическая трубка с датчиком скорости пылевого газа $D=60$ мм, $L=1200$ мм, две трубки Пито-Прандтля с внутренним диаметром 7 мм, измеряющие статическое и динамическое давление в трубе (скорость газа в трубке Пито-Прандтля, и производительность были выбраны в соответствии с диаметром выхлопной трубы вентилятора согласно требованию Ст для определения давления).

Кроме того, для сравнения полученных результатов был определен расход газа анемометр VA06 - TROTEC (с коэффициентом погрешности 0,2% в диапазоне измерения $1,1$ м/с ÷ 50 м/с коэффициент погрешности до 5% при измерении скорость газа превышает 50 м/с) использовался фирменный электронный счетчикк газоотводной трубе нагревателя для регулирования скорости пылевого газа; 0° , 30° ; 45° ; 60° ; Установлен шибер, образующий угол 90° .

Изготовлен лабораторный образец двухэлементного U-образной насадки, которая смонтирована внутри сушилки в 5 рядов в шахматном порядке. Количество форсунок в каждом ряду выбрано из 10 на основе существующего производственного процесса (рис.3).



1- корпус барабана; 2-первая часть насадки; 3-вторая часть насадки.

Рис.3. Схема установки предлагаемой насадки на барабан.

Исследование влияния типа насадки на температуру материала.

Чтобы оценить влияние конструкций насадок на взаимный теплообмен в процессе сушки и выбрать оптимальную конструкцию, изучено влияние сушильного агента на температуру материала (в качестве вксушиваемого материала выбрано суперфосфатное минеральное удобрение) и построен сравнительный график (рис. 4). При этом температура суперфосфатного минерального удобрения, поступающего в барабанную сушилку, принималась в пределах $90 \div 100^{\circ}\text{C}$.

Как видно из графических соотношений, показанных на рисунке 4, температура на выходе удобрения составляла 70°C в G-образном сопле, $65,1^{\circ}\text{C}$ в сопле с подъемной лопастью, 50°C в секторном сопле, 43°C в сопле с двумя формами и 35°C в V-образном сопле. Это можно объяснить тем, что при этом увеличение или уменьшение материальной завесы на режущей поверхности барабана зависит от конструкции сопла. Это, в свою очередь, существенно влияет на температуру удобрения. По мере прохождения продукта через зоны насадок влага в нем переходит в сушильный агент и температура снижается. Однако сложность конструкции сопла и увеличение

габаритных размеров приводят к увеличению гидравлического сопротивления в сушилке. Чтобы определить погрешность результатов анализа, следующие уравнения регрессии получены с использованием метода наименьших квадратов для графических зависимостей, показанных на рис.6.

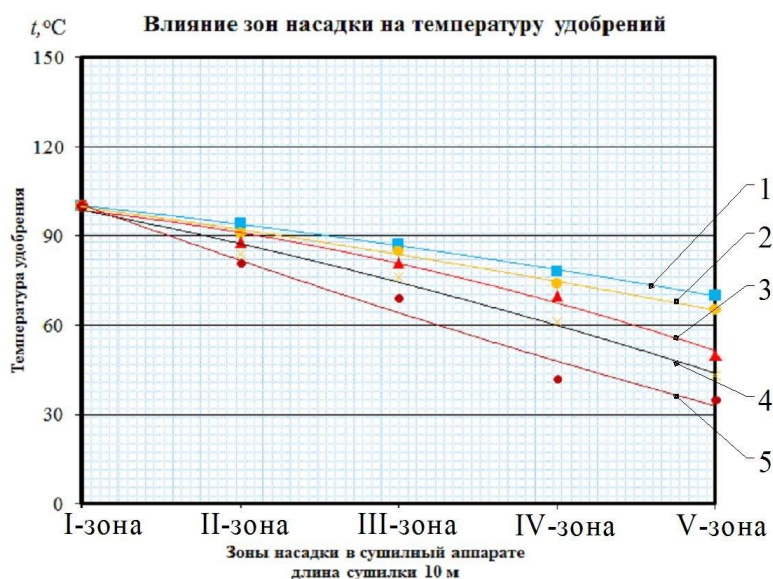
$$y = -0,4286x^2 - 5,0286x + 105,6 \quad R^2 = 0,9989 \quad (1)$$

$$y = -0,3429x^2 - 6,6229x + 106,66 \quad R^2 = 0,9956 \quad (2)$$

$$y = -1,4286x^2 - 3,2286x + 103,2 \quad R^2 = 0,9862 \quad (3)$$

$$y = -0,7857x^2 - 8,9857x + 108,4 \quad R^2 = 0,9909 \quad (4)$$

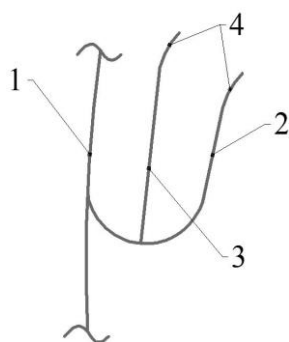
$$y = 0,6429x^2 - 20,757x + 120,6 \quad R^2 = 0,9784 \quad (5)$$



1- Г образная насадка и мон насадка;
2-подъемная ножевая насадка;
3-секторная насадка;
4- иксобразная насадка;
5- U образная насадка.
Рис.4. График изменения температуры в зависимости от типа насадки

Для ускорения процесса сушки в барабанной сушилке, используемой в процессе сушки исследуемого суперфосфатного минерального удобрения, используются указанные выше конструкции насадок. Рабочие параметры U-образных конструкций насадок позволяют обеспечить оптимальный режим работы. Однако вопросы обеспечения высокой степени сушки при низком энергопотреблении и выбора оптимальной конструкции процесса, совершенствования его конструкции являются актуальными.

Ферганский политехнический институт также разработал конструктивную схему U-образной насадки для процесса сушки минеральных удобрений (рис.5).



1—корпус барабана; 2— нижняя лопасть насадки;
3— средняя лопасть насадки; 4— направляющий элемент.

Рис.5. Конструкция усовершенствованной двухсекционной U-образной насадки.

Преимущество насадки перед существующими конструкциями состоит в том, что, прежде всего, то, что ее разливочная часть материала образует

определенный уклон, обеспечивает резкое сокращение зон теплообмена в сушилке. Во-вторых, детали установлены на полукруглой конструкции, что предотвращает застревание материала в сопле.

Таблица 1

При угле наклона разгрузочной части насадки равной $R=15^\circ$

№	Угол наклона шибера калорифера	Входная скорость	Выходная скорость	Коэффициент сопротивления
Коэффициент заполнения продуктом 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	4.23	3.35
2	75°	10.55	3.16	3.33
3	60°	7.15	2.12	3.37
4	45°	5.62	1.72	3.29
5	30°	2.60	0.77	3.35
6	15°	1.40	0.41	3.36
				В среднем 3.34
Коэффициент заполнения продуктом 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	4.04	3.51
2	75°	10.55	3.02	3.49
3	60°	7.15	2.01	3.56
4	45°	5.62	1.59	3.52
5	30°	2.60	0.73	3.54
6	15°	1.40	0.39	3.53
				В среднем 3.52
Коэффициент заполнения продуктом 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	3.78	3.75
2	75°	10.55	2.83	3.72
3	60°	7.15	1.91	3.74
4	45°	5.62	1.51	3.75
5	30°	2.60	0.69	3.73
6	15°	1.40	0.37	3.76
				В среднем 3.74

Экспериментальное исследование коэффициентов скорости и местного сопротивления теплоносителя в барабанной сушилке

Следующие пределы переменных для исследования: наклон нагнетательной части насадки $R = 15; 30$ и 45° , количество зон теплообмена 5, количество насадок в ряду 10 (сопла расположены в шахматный рисунок), скорость теплоносителя (воздух) $u = 4 \div 14,2$ м/с, производительность аппарата $Q = 0,18 \div 0,46$ кг/с, наклона сушильного барабана к плоскости $\alpha = 2,24^\circ$ (по технологическому регламенту). Частота вращения сушильного барабана установлена на $n = 4$ об/мин.

Вышеуказанные переменные менялись последовательно, а значения скорости и расхода теплоносителя на входе и выходе из барабана определялись экспериментально. Каждый эксперимент повторен по 5 раз и

выбираются среднеарифметические значения. Результаты экспериментов представлены в таблицах 1-3.

Таблица 2

При угле наклона разгрузочной части насадки равной $R=30^\circ$

№	Угол наклона ши-бера калорифера	Входная скорость	Выходная скорость	Коэффициент сопротивления
Коэффициент заполнения продуктом 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	3.03	4.68
2	75°	10.55	2.26	4.66
3	60°	7.15	1.52	4.70
4	45°	5.62	1.21	4.62
5	30°	2.60	0.55	4.68
6	15°	1.40	0.30	4.67
				В среднем 4.66
Коэффициент заполнения продуктом 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	2.93	4.84
2	75°	10.55	2.18	4.82
3	60°	7.15	1.46	4.89
4	45°	5.62	1.15	4.85
5	30°	2.60	0.53	4.87
6	15°	1.40	0.28	4.86
				В среднем 4.81
Коэффициент заполнения продуктом 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	2.79	5.08
2	75°	10.55	2.08	5.05
3	60°	7.15	1.41	5.07
4	45°	5.62	1.10	5.09
5	30°	2.60	0.51	5.06
6	15°	1.40	0.27	5.08
				В среднем 5.07

Используя метод наименьших квадратов в экспериментах, следующие уравнения регрессии были получены и решены отдельно для каждой точки графических связей.

Определены корреляционные (R) ошибки. Из полученных значений видно, что ошибка эксперимента не превышала 5%.

1 рабочая производительность 0,18 кг/с;

$$y = 1,4286x + 5,6462 (R^2 = 0,9967) \quad (6)$$

2 рабочая производительность 0,32 кг/час;

$$y = 1,4643x + 4,3781 (R^2 = 0,9766) \quad (7)$$

3 рабочая производительность 0,46 кг/с;

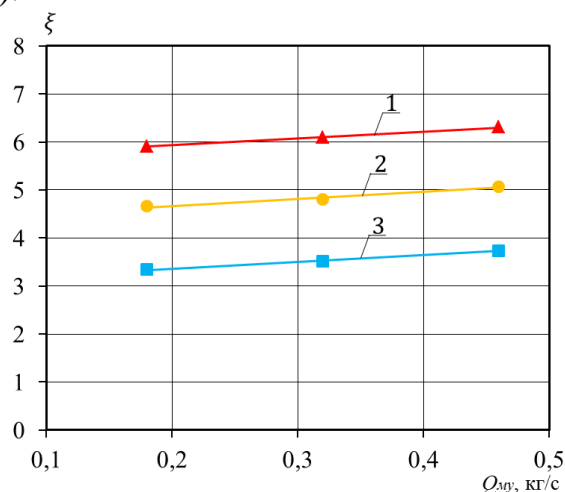
$$y = 1,4286x + 3,0762 (R^2 = 0,9967) \quad (8)$$

Таблица 3

При угле наклона разгрузочной части насадки равной $R=45^\circ$

№	Угол наклона ши-бера калорифера	Входная скорость	Выходная скорость	Коэффициент сопротивления
Коэффициент заполнения продуктом 0,18 кг/с				
1	90°	14,2	2.39	5.92
2	75°	10.55	1.78	5.90
3	60°	7.15	1.20	5.94
4	45°	5.62	0.95	5.86
5	30°	2.60	0.43	5.92
6	15°	1.40	0.23	5.93
				В среднем 5.91
Коэффициент заполнения продуктом 0,32 кг/с				
1	90°	14,2	2.33	6.08
2	75°	10.55	1.74	6.06
3	60°	7.15	1.16	6.13
4	45°	5.62	0.92	6.09
5	30°	2.60	0.42	6.11
6	15°	1.40	0.22	6.10
				В среднем 6.09
Коэффициент заполнения продуктом 0,46 кг/с				
1	90°	14,2	2.24	6.32
2	75°	10.55	1.67	6.29
3	60°	7.15	1.13	6.31
4	45°	5.62	0.88	6.32
5	30°	2.60	0.41	6.30
6	15°	1.40	0.22	6.33
				В среднем 6.31

Для проверки правильности проведенных экспериментов был построен график зависимости коэффициента сопротивления от работоспособности (рис. б).



- 1-производительность установки 0,18 кг/с;
 2- производительность установки 0,32 кг/с;
 3- производительность установки 0,46 кг/с;

Рис.6. Зависимость коэффициента сопротивления от производительности установки.

Из приведенного графика видно, что увеличение коэффициента заполнения продуктом в барабане приводит к увеличению коэффициента сопротивления в аппарате. Кроме того, увеличение угла наклона двухэлементной U-образной насадки на $15 \div 45^0$ приводит к увеличению коэффициента завесы материала на поверхности поперечного сечения барабана, что, в свою очередь, приводит к дальнейшее увеличение коэффициента сопротивления.

Следовательно, учет этих факторов при определении гидравлических сопротивлений в устройстве можно рассматривать как параметр, определяющий эффективное использование теплоносителя.

Кроме того, исследованы гидравлическое сопротивление барабана, оборудованного двухэлементным U-образной насадкой, влияние скорости теплоносителя на температуру материала.

Обработка результатов экспериментов и обоснование оптимальных параметров.

Для определения рациональных значений использовался метод математического планирования на основе проведенных многофакторных экспериментов. В теоретических исследованиях и многомерных экспериментах вторыми наиболее эффективными факторами являются секундная производительность сушилки X1, угол разлива насадки X2, скорость X3 и температура теплоносителя X4, гидравлическое сопротивление устройства, эффективность очистки и факторы, оказывающие наибольшее влияние на энергопотребление.

По результатам приведенных выше теоретических исследований и многофакторных экспериментов определены интервалы изменения этих факторов. В таблице 5 показаны уровни факторов и интервалы изменения.

Таблица 4

Уровни факторов и промежутки изменений

№	Факторы	Ед. измерения	Обозначение факторов	Промежуток изменений	Уровни факторов		
					Низкий (-1)	Основной (0)	Верхний (+1)
1.	Секундная производительность	кг/с	X ₁	0,14	0,18	0,32	0,46
2.	Угол наклона разгрузочной части насадки	г	X ₂	15	15	30	45
3.	Скорость теплового агента	м/с	X ₃	6,4	1,4	7,8	14,2
4.	Температура теплового агента	°С	X ₄	23,8	22,4	46,2	70

Критерии охлаждения Y1, гранулированный состав Y2 и гидравлическое сопротивление Y3 барабана были приняты в качестве критериев оценки при проведении многофакторных экспериментов.

Предполагая, что влияние факторов на критерии оценки будет полностью покрывать вторичный полином, эксперименты проводились на основе плана HARTLI-4.

Чтобы уменьшить влияние неконтролируемых факторов на критерии оценки, последовательность экспериментов определена с использованием таблицы случайных чисел 1/17, и эксперименты были повторены 5 раз по отдельности. Были выбраны среднеарифметические значения экспериментальных результатов. Следующие ниже уравнения регрессии, адекватно представляющие критерии оценки, были обработаны в соответствии с программой HARTLI-4 программы PLANEX и построены графики зависимости переменных от критериев оценки (рис.7-8). Согласно им:

Температура охлаждения удобрения в устройстве определяется по следующему уравнению регрессии: $^{\circ}\text{C}$.

$$Y_1 = +133.8952 + 35.563 X_1 + 0.000 X_2 + 154.300 X_3 + 18.2967 X_4 + 64.683 X_1X_1 + 45.287 X_1X_2 - 45.238 X_1X_3 - 44.679 X_1X_4 + 62.984 X_2X_2 - 22.7521 X_2X_3 - 19.629 X_2X_4 - 88.350 X_3X_3 + 45.196 X_3X_4 - 119.949 X_4X_4; \quad (9)$$

Гидравлическое сопротивление барабана определяется по следующему уравнению регрессии, кПа .

$$Y = + 132.9121 + 35.555 X_1 + 36.200 X_2 + 154.113 X_3 + 18.2720 X_4 + 75.567 X_1X_1 + 45.202 X_1X_2 - 45.218 X_1X_3 - 44.578 X_1X_4 + 38.799 X_2X_2 - 22.7450 X_2X_3 - 19.373 X_2X_4 - 77.281 X_3X_3 + 9.170 X_3X_4 - 108.821 X_4X_4; \quad (10)$$

Из анализа полученных уравнений регрессии (9-10) и графиков (рис.7-8) можно увидеть, что все факторы оказывают значительное влияние на критерии оценки. Кроме того, секундная производительность устройства, угол наклона насадки для разливки продукта, скорость и температура теплоносителя имеют сложную взаимосвязь с исследуемыми факторами.

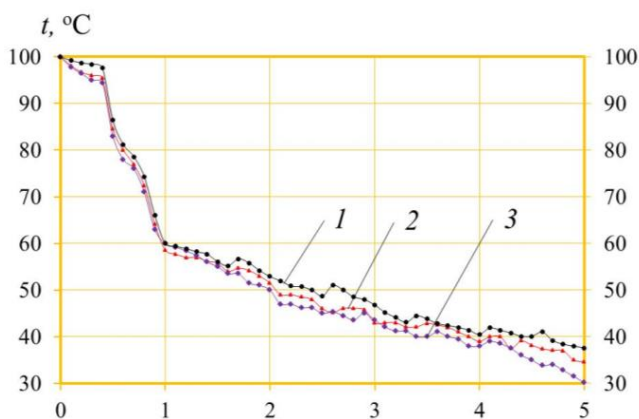


Рис.7. Зависимость температуры удобрения от переменных факторов и зон барабана.

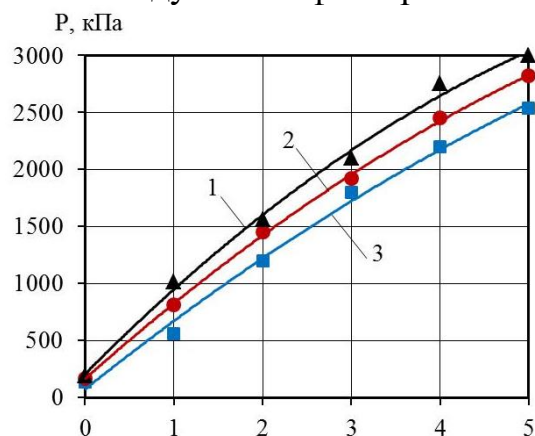


Рис.8. Зависимость гидравлического сопротивления от переменных факторов и зон барабана.

Для определения факторов, влияющих на исследуемые процессы, т.е. гидравлического сопротивления устройства, оптимальных значений энергозатрат, уравнения регрессии решались отдельно по заданным критериям. При этом температура охлаждения удобрения принималась в пределах $30-40^{\circ}\text{C}$, а гидравлическое сопротивление барабана составляло $3,4-4,0$ кПа. Эта задача решена на ПК Pentium IV с помощью операции «поиск решения» Excel, были получены оптимальные значения переменных в

закодированной форме, и закодированные значения были преобразованы в натуральные значения (таблица 6).

Таким образом, оптимальные параметры значений определителей стандартизированы и могут быть записаны следующим образом: секундная производительность сушилки X1-0,39 кг/с; угол наклона насадки для наливания продукта X2 - 35,6°; скорость теплоносителя X3 -10,26 м/с; температура теплоносителя X4 -50,4°С.

Таблица 5

Переход от кодированных значений к натуральным

№	Факторы	Ед. Изм-ия	Условное обозначение	Кодированное значение	Действительное значение
1.	Секундная производительность	кг/с	X ₁	-0,62	0,39
2.	Угол наклона разгрузочной части насадки	гр	X ₂	-0,52	35,6
3.	Скорость теплового агента	м/с	X ₃	0,12	10,26
4.	Температура теплового агента	°С	X ₄	-0,03	50,4

При данных значениях факторов температура охлаждения удобрения Y₁ -36,5°С, зернистость Y₂ - 10,4% до <1 мм, 30,9% до 1 ÷ 3 мм, 43,6% до 3 ÷ 5 мм, 5 ÷ 10 мм до 11,4% и 10 мм до 3,7%, а гидравлическое сопротивление барабана Y₃ принималось равным -2142 Па. Эти значения полностью удовлетворяют установленному технологическому регламенту.

На основании полученных оптимальных параметров разработана конструкция насадки и установлена в барабанную сушилку цеха по производству суперфосфатного минерального удобрения АС-72М АО «Ферганаазот» для промышленных испытаний.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Промышленное применение двухэлементной U образной насадки и оценка ее экономической эффективности**», описан процесс инженерного расчета и расчета грануляции минеральных удобрений и барабанной сушилки, экономическая эффективность двухкомпонентной U образной насадки в промышленности.

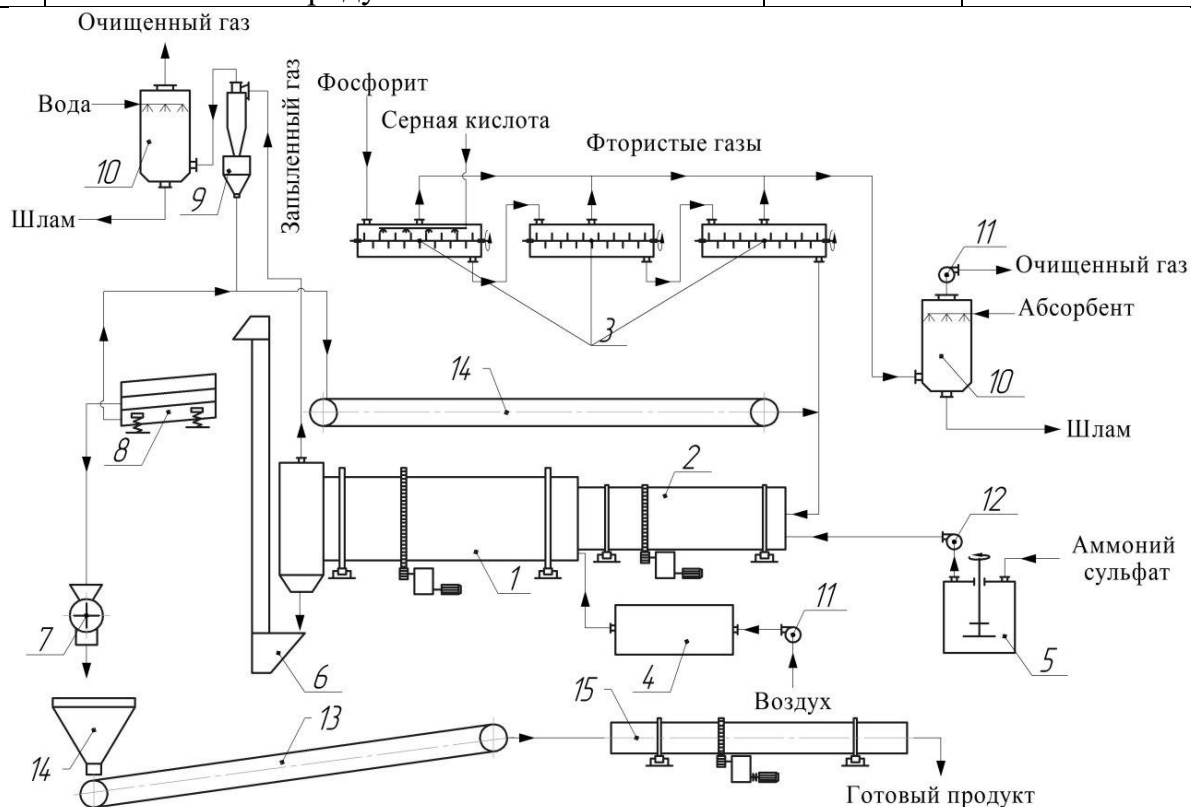
На основании теоретических и экспериментальных исследований были разработаны исходные требования и техническое задание на двухэлементную Г образную насадку, и на их основе проведены экспериментальные испытания в производственном отделении цеха суперфосфатных минеральных удобрений АС-72М АО «Ферганаазот». При этом по результатам исследования конструкция насадки передана в конструкторское бюро АО «Ферганаазот» для изготовления промышленных экземпляров. На линии производства суперфосфатных минеральных удобрений изготовлены и приварены к барабанной сушилке 10 полупромышленных экземпляров

предложенной двухсекционные U образные насадки (рис. 9) в шахматном порядке, состоящем из 2 зон. На рис.10 показана предлагаемая насадка в сушилке, а в таблице 7 приведены конструктивные параметры насадки.

Таблица 6

Конструктивные параметры насадок

№	Название	Ед. изм-я	Численное значение
1.	Длина	мм	1000
2.	Ширина первой лопатки	мм	300
3.	Ширина второй лопатки	мм	350
4.	Радиус уклона разгрузочной части лопаток	градус	35,6
5.	Расстояние до сварочного шва первой лопатки	мм	320
6.	Расстояние между лопатками	мм	160
7.	Объём обхвата продукта	кг	42



1-барабанная сушилка с U-образной насадкой, состоящей из двух частей; 2-барабанный гранулятор; 3-горизонтальный реактор со смесителем; 4-калорифер; 5 -вертикальный реактор со смесителем; 6-ковшовый элеватор; 7-молотковая дробилка; 8-просеиватель; 9-циклон НИОГАЗ; 10-полый скруббер; 11-вентилятор; 12-центробежный насос; 13-ленточный конвейер; 14-бункер-питатель; 15-ленточный охладитель.

Рис.9. Технологическая схема производства суперфосфатных минеральных удобрений.

В сушилке с сухой поверхностью, оснащенной Г-образной насадкой, объём открытой зоны составляют 30%, закрытых зон - 70%, а при оснащении предлагаемой насадкой, объём открытых зон составляет 10%. а закрытых - 90%. Из этого следует, что открытые зоны в 3 раза, а закрытые в 1,28 раза эффективнее, что, в свою очередь, интенсифицирует процесс сушки.

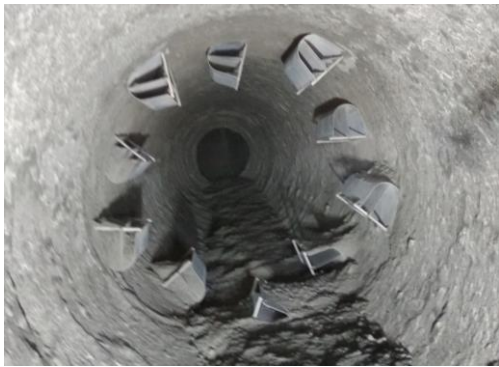


Рис.10. Вид насадок в установленном в сушилку положении

Результаты анализа показывают, что промышленное применение предлагаемой насадки полностью соответствует установленным нормативным требованиям для производства суперфосфатных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа литературных источников конструкции различных насадок, устанавливаемых на сушильные барабаны, обосновано преимущество двухсекционной насадки и определены ее основные параметры.

2. Определены оптимальные размеры двухэлементной насадки и на их основе параметры, повышающие коэффициент заполнения поверхности барабана.

3. Выявлены факторы, влияющие на процесс теплообмена предлагаемого сопла.

4. Увеличение числа оборотов барабана с $n = 2,5$ об/мин до $0,5$ об/мин увеличивает конечную влажность материала и снижает температуру потока, увеличивая эффективность сушки устройства $G_m = 0,02$ увеличение на $0,2$ кг/с с шагом $0,01$ до $0,05$ кг/с приводит к увеличению выходной влажности материала и снижению выходной температуры, скорости нагревающего воздуха в барабане с $W = 1,5$ м/с до $0,3$ м. / с. увеличение шага до $2,4$ м / с привело к снижению конечной влажности материала и увеличению температуры выходящего воздуха.

5. При использовании в промышленности рекомендованной двухкомпонентной насадки секундная производительность сушилки составляет - $0,39$ кг/с, угол наклона продукта от насадки - $35,6^\circ$, скорость теплоносителя - $10,26$ м/с, температура теплоносителя - $50,4^\circ\text{C}$ температура охлаждения удобрения - $36,5^\circ\text{C}$, зернистость $10,4\%$ до <1 мм, $30,9\%$ до $1 \div 3$ мм, $43,6\%$ до $3 \div 5$ мм, до $5 \div 10$ мм $11,4\%$ и 10 мм высотой $3,7\%$ и гидравлическое сопротивление барабана - 2142 Па. Установлено, что влияние сопла на поверхность теплообмена в 2 раза выше, чем у используемого в настоящее время сопла, а энергозатраты на процесс в 1,3 раза меньше.

6. Экспериментальные испытания проводились в производственном отделении цеха суперфосфатных минеральных удобрений АС-72М АО «Ферганаазот». Годовая экономическая эффективность от внедрения составляет 593292000 сум-ов.

**ONE-OFF SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF SCIENTIFIC
COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 AT TASHKENT CHEMICAL -
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE

MIRSHARIPOV RAKHMATILLO XABIBULLAYEVICH

**INTENSIFICATION OF THE DRYING PROCESS BASED ON THE IMPROVEMENT
OF THE DESIGN OF DRUM DRYERS FOR DRYING MINERAL FERTILIZERS**

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

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

Tashkent – 2022

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.4.PhD/T597

The dissertation has been carried out at the Fergana polytechnic institute.

The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english) is placed on web page to address www.tkti.uz and information-educational portal Ziyonet to address www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Rasuljon Tojiyev

Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Alisher Abdullayev

Doctor of Technical Sciences, assistant professor

Abdusattor Choriyev

Candidate of Technical Sciences, assistant professor

Leading organization:

Bukhara Engineering Technological Institute

Defense will take place « ____ » _____ 2022 at _____ at the disposable meeting of scientific council number 14.07.2018.T.08.01 at Tashkent chemical-technological institute to address: 100011, Uzbekistan, Tashkent, A. Navoi str.,32. Ph.: (99871) 244-79-21; fax: (99871) 244-7917; e-mail: tkti_info@mail.ru.

The dissertation has been registered at the Information Resource Center of the Tashkent chemical technological Institute № ____ (Address: 100011, Tashkent, Navoi street, 32 Administrative Building of the Tashkent chemical-technological Institute, Ph.: (99871) 244-79-20.

The abstract of the dissertation has been distributed on " ____ " _____ 2022 year. Protocol at the register № ____ dated « ____ » _____ 2022 year.

S.M.Turobjonov

Chairman of scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences, professor

X.I.Kadirov

Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences, professor

K.O.Dodaev

Chairman of scientific seminar under scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences, professor

Introduction (abstract of philosophy doctor (PhD) dissertation)

The purpose of the study accelerating the drying process based on the improvement of drum dryer designs for drying mineral fertilizers.

The object of the study The existing dryers and their models at the enterprises of JSC "Ferganaazot" and JSC "Quartz" were used.

Subject of research. Assessing the degree of acceleration of the process of the U-shaped nozzle is to eliminate the knots of the dried material.

Research methods. The dissertation uses methods of hydraulics, hydrodynamics, physics, chemistry, mathematical statistics, statistical and mathematical planning of experiments.

The scientific novelty of the research is as follows:

Based on the analysis of the design of the existing equipment, an experimental-statistical model of the drying process of mineral fertilizers was obtained and its rational values were determined;

the aerodynamics of product movement in the apparatus and the mode of the drying process are optimized, the energy efficiency is increased;

the influence of the design and method of placement of the inner nozzles of the dryer on the direction of movement of the product and the thermal aerodynamics was determined;

by optimizing the granulometric composition of the product, it is possible to eliminate the stage of drying a large part of the product.

The practical results of the study are as follows:

based on the analysis of the operating parameters of the drum dryer, it is proposed to use a two-piece U-shaped nozzle;

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

regime parameters of the drying process were proposed by studying the properties of superphosphate mineral fertilizers.

Implementation of research results. Based on the results obtained to ensure high efficiency of drying of mineral fertilizers in the dryer with low energy consumption:

The construction of a two-part nozzle for use in drum dryers was introduced in JSC "Ferganaazot" (reference book of JSC "Uzkimyosanoat" dated January 26, 2021, No. -323-3-336). The resulting mineral fertilizers allow to increase the quality indicators;

Internal heat exchanger nozzle for AS-72M superphosphate mineral fertilizer production unit was put into operation by JSC "Ferganaazot" (reference of JSC "Ferganaazot" dated December 31, 2020, No. 37/4781). As a result, the effect of the nozzle on the heat exchange surface is 2 times higher than the nozzle currently used in practice, which reduces the energy consumption by 1.3 times.

The structure and scope of the thesis. The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the main text materials is 119 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. A.Axunbayev, R. Mirsharipov. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer .International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 11 , November 2020 7 бет
2. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А. Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса // Universum.–Москва, 2020.–№ 11 (80).–С. 59-66.
3. Р.Ж.Тожиев, А.А.Ахунбоев, А.С.Исомидинов, Р.Х. Миршарипов. Дисперс материалларни қуритиш жараёнининг кинетикаси. Тошкент, Классик нашриёти. 2020 йил декабр. 110 бет.
4. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А., Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате // Фарғона политехника институтининг Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2018. – №2. – Б. 116-119.
5. Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А., Абдуллаева М.А. Исследование гидродинамики роторной сушилки с быстровращающимся ротором // ТАЙИ хабарномаси Илмий-техника журнали. – Тошкент, 2018. – №2. – Б. 79-82.
6. Миршарипов Р.Х., Абдуллаева М.А. Анализ процессов сушки дисперсных материалов с контактным подводом теплоты // ТАЙИ хабарномаси Илмий-техника журнали. – Тошкент, 2018. – №3. – Б. 90-96.
7. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Садуллаев Х.М., Ражабова Н.Р. Аэрофонтан усулида фосфор кукунини пуркаш орқали ўғит доналар сиртини қоплаш ва қуритиш технологияси // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2018. – №4. – Б. 116-119.
8. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Садуллаев Х.М., Ражабова Н.Р. Суюқланма материалнинг кристалланиши ва қуритиш жараёнларининг ўзига хослиги // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2019. – №1. – Б. 112-115.
9. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Садуллаев Х.М. Аммоний нитрат олиш ва қуритиш жараёни параметрларини тадқиқ қилиш // Наманган муҳандислик-технология институти Илмий-техника журнали. – Наманган, 2020. №3. – Б. 108-113.
10. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ражабова Н.Р. Аммоний-нитратни кристалланиш жараёнига таъсир қилувчи омиллар // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2020. – Махсус сон №1. – Б. 31-35.
11. Миршарипов Р.Х., Сулаймонов А.М. Барабанли қуритгичнинг гидродинамик режимларини тадқиқ қилиш // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2020. – Махсус сон №1. – Б. 268-272.
12. Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А., Барабанли аппаратда дисперс материални қуритиш жараёни статикаси // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2020. – Махсус сон №2. – Б. 269-274.

13. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Садуллаев Х.М., Ахунбоев А.А. Аммоний нитратни гранулалаш жараёнининг асосий параметрларини тадқиқ қилиш // International scientific conference «Global science and innovations 2019: central asia». – Astana, 2019. – С. 306-311.

14. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А., Туйчиева Ш.Ш. Термическая сушка дисперсных материалов в барабанных сушилках // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2019. – Махсус сон №3. – Б. 129-132.

15. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ражабова Н.Р. Азот фосфорли ўғитни донадорлик таркиби сифатини ва қуритиш жараёнларини тадқиқ қилиш. // Оптимическим и фотоэлектрическим явлениям в полупроводниковых микро- и наноструктурах. IV Международная научная конференция. – Фарғона, 2018. – Б. 174-176.

16. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ражабова Н.Р. Материалларни қуритиш жараёнидаги ички иссиқлик ва массаалмашинув ҳолати // Фаннинг долзарб масалалари. Республика илмий-амалий анжумани. – Фарғона, 2018. – Б. 62-63.

17. Миршарипов Р.Х. Дисперс материалларга термик ишлов беришда иссиқлик алмашинуви жараёнларини тадқиқ қилиш // Ўзбекистон Республикаси “2018-йил- Фаол тадбиркорлик, инновацион ғоялар ва технологияларни қўллаб-қувватлаш йили”га бағишланган профессор-ўқитувчилар илмий-амалий анжумани. – Фарғона, 2018. – Б. 92-94.

II бўлим (II часть; II part)

18. Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А. Абдуқодиров Н.Ш. Ойнак маҳсулотларини ишлаб чиқариш хом-ашёсини барабанли аппаратда қуритиш // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Фарғона, 2019. – №3. – Б. 137-139.

19. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Садуллаев Х.М., Ражабова Н.Р. Минерал ўғитларни кристалланиш жараёнига таъсир қилувчи омиллар // Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях. I-Международной научно-практической конференции. – Фергана, 2019. – Б. 202-207.

20. Миршарипов Р.Х., Тожиев Р.Ж. Дисперс материалларни қуритишдаги иссиқлик алмашинуви // Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлигини ва энерго-ресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари. Международной научно-практической конференции. – Андижон, 2018. – Б. 145-149.

21. Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А. Сушка суспензий и паст в барабанном аппарате // Ишлаб чиқариш корхоналарида бошқариш амалиётини такомиллаштириш: муаммолар ва ечимлар. Республика илмий-илмий техник анжумани. – Фарғона, 2018. – Б. 249-252.

22. Миршарипов Р.Х. Конвектив қуритгичларда гидродинамик режимлар. // Машинасозлик ишлаб чиқариш ва таълим: муаммолар ва инновацион ечимлар. Республика илмий-техник анжумани. – Фарғона, 2019. – Б. 55-58.

23. Миршарипов Р.Х. Қуритиш аппаратларида дисперс материаллар ҳаракатланишининг гидродинамикаси // Иқтидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустақил изланувчилар online илмий-амалий анжумани. – Фарғона, 2020. – Б. 97-99.

24. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ахунбоев А.А., Ражабова Н.Р. Сушка и сепарация азотно-фосфорного удобрения // Иқтидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустақил изланувчилар online илмий-амалий анжумани. – Фарғона, 2020. – Б. 101-103.

25. Миршарипов Р.Х. Минерал ўғитларни қуритувчи барбанли қуритгич гидродинамикаси // Совершенствование и внедрения инновационных идей в области химии и химической технологии» Международная научно – техническая конференция. – Фарғона, 2020. – Б. 461-466.

26. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ализафаров Б.М. Минерал ўғитларни қуритиш жараёнини тизимли таҳлили // Совершенствование и внедрения инновационных идей в области химии и химической технологии. Международная научно – техническая конференция. – Фарғона, 2020. – Б. 514-521.

27. Миршарипов Р.Х., Ахунбаев А.А., Ражабова Н.Р., Туйчиева Ш.Ш. Влияния продольного перемешивания на процесс сушки минерального удобрения // Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых микро- и наноструктурах. Международная научно – техническая конференция. – Фарғона, 2020. – Б. 170-174.

28. Миршарипов Р.Х., Ахунбаев А.А., Ортиқалиев Б.С. Интенсификация процесса сушки компонентов шихты в барабанных сушилках // Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых микро- и наноструктурах. Международная научно – техническая конференция. – Фарғона, 2020. – Б. 190-193.

Автореферат «Кимё ва Кимёвий технологияси» журнали таҳририятида
тахрир қилинди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 4. Адади 100. Буюртма № 60.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.