

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.03.02
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ ЎКТАМ КАМОЛОВИЧ

**САНОАТ ГАЗ ЧИҚИНДИЛАРИНИ ТОЗАЛАШ УЧУН ЮҚОРИ
САМАРАЛИ НАМЛИ ЧАНГ ТОЗАЛАШ УСКУНАСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Рахмонов Ўктам Камолович

Саноат газ чиқиндиларини тозалаш учун юқори самарали намли чанг тозалаш ускунасини яратиш 3

Рахмонов Ўктам Камолович

Создание высокоэффективного мокрого пылеулавливающего аппарата для очистки промышленных газовых выбросов..... 21

Rakhmonov Uktam Kamolovich

Developing an effective apparatus for fine cleaning of air from high-temperature and strong coherent aerosols..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.03.02
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ ЎКТАМ КАМОЛОВИЧ

**САНОАТ ГАЗ ЧИҚИНДИЛАРИНИ ТОЗАЛАШ УЧУН ЮҚОРИ
САМАРАЛИ НАМЛИ ЧАНГ ТОЗАЛАШ УСКУНАСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.PhD/Т36 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ҳамда «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Раҳмонов Тойир Зойирович техника фанлари доктори, доцент
Расмий оппонентлар:	Мухиддинов Джалолиддин Насырович техника фанлари доктори, профессор Авазов Юсуф Шодиевич техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент
Етакчи ташкилот:	Тошкент кимё-технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc27.06.2017.Т.03.02 рақамли Илмий кенгашнинг «__»__ 2020 йил соат __ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (__ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2020 йил «__» __ куни тарқатилди.
(2020 йил «__» __ даги __ - рақамли реестр баённомаси).

Н.Р.Юсупбеков

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., профессор, академик

У.Ф.Мамиров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Х.З.Игамбердиев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш қошидаги Илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор, академик

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда сўнги вақтларда атмосфера ҳавосининг ифлосланиши олдини олишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу соҳада энг муҳим муаммолардан бири хом ашё ва энергия ресурсларидан тўла ва рационал фойдаланиш, атмосфера ҳавосини sanoat корхоналарининг аэрозолли чиқиндилари зарарли таъсирларидан экологик жиҳатдан асраш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Шу жиҳатдан корхоналарни техник ва технологик қуроллантиришни янада тезроқ амалга ошириш, замонавий мослашувчан технологияларни иқтисодиётнинг асосий соҳаларига кенг жорий этиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда sanoat корхоналарида технологик қурилмаларнинг унумдорлигини ошириш, ёқилғи-энергетика ресурсларини тежаш, маҳсулотлар таннархини пасайтириш ва уларнинг сифатини ошириш, экологик вазиятни яхшилаш имконини берадиган юқори самарали жараёнлар, қурилмалар ва технологияларни ишлаб чиқиш ва кенг жорий қилиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, турли ишлаб чиқариш корхоналаридан атмосферага ташланаётган газлар таркибидаги субмикрон заррачаларни тозалаш самарасини оширишга хизмат қиладиган самарадорлиги юқори, энергия ва ресурс тежамкорликни таъминловчи такомиллашган технологияларни яратиш зарур.

Республикамизда йирик sanoat, металлургия, кимё, кончилик корхоналаридан атмосферага ташланаётган чангли газлардан тозалашда энергия ва ресурс тежамкорликни таъминловчи, такомиллашган қурилмаларни яратишга катта эътибор қаратилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...иқтисодиётнинг энергия ва ресурс сарфини қисқартириш, ишлаб чиқаришга энергиятежамкор технологияларни жорий этиш, иқтисодиёт тармоқларидаги меҳнат унумдорлигини ошириш»¹ муҳим вазифалар белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан, юқори самарадорлик, фойдаланиш ишончилиги, кам энергия сифимлилик каби талабларни қаноатлантирувчи, sanoat газли чиқиндиларини аэрозоллардан чуқур тозалаш учун самарали намли чанг тутиш қурилмасини ишлаб чиқиш долзарб ва зарурий масала бўлиб, атмосфера ҳавосини тоза сақлаш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 21 апрелдаги ПФ-2915-сонли «Ўзбекистон Республикаси Экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитаси фаолиятини ташкил этишни таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари ва 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сон «Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

тармоқлари иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қўзғалувчан (ҳаракатчан) насадкали қурилмаларнинг назарий ва тажрибавий тадқиқоти билан кўплаб хорижлик олимлар, жумладан Д.А.Баранов, О.С.Балабеков, В.Ф.Беккер, А.Ю.Вальдберг, Ж.Диксон, А.А.Заминян, С.Калверт, И.Ф.Киссельман, С.Паджиол, В.Н.Рамм, В.Страус, В.Г.Систер, Э.Я.Тарат, В.И.Энтин, Н.В.Фрякин, ва бошқалар ҳамда мамлакатимиз олимлари, жумладан В.И.Левш, Дж.Н.Мухиддинов, З.С.Салимов, Н.Р.Юсупбеков, А.Т.Саидазимов ва бошқа олимлар шуғулланишган.

Ушбу олимларнинг илмий ишларида уч муҳитли ҳаракатчан қатламни ҳосил қилиш механизмлари, турли ишчи катталикларнинг чанг тутиш самарадорлигига таъсири, уч муҳитли қатлам газли таркибини аниқлашнинг назарий асослари, турбулент оқимда суюқликни тутиш миқдори, уч муҳитли мавҳум қайнаш (ҳаракатчан) қатламли чанг тозалаш қурилмаларининг турли конструкцияларидан фойдаланиш ва амалий қўллаш масалалари ўрганилган.

Шу билан бирга тадқиқотларда ҳаракатчан насадкали чанг тозалаш қурилмаларини ва технологияларини такомиллаштириш, жумладан чанг тозалаш қурилмаларида субмикрон ўлчамли заррачаларни тозалашнинг самарадорлигини ошириш; энергия харажатларини камайтириш бўйича етарлича эътибор қаратилмаган. Бугунги кунда заррачаларнинг келиб чиқиш табиати, уларнинг ўлчамига кўра тақсимланишларини эътиборга олган ҳолда субмикрон ўлчамли заррачаларни чуқур тозалаш мақсадида юқори самарадор ва энерготежамкор тўғри оқимли қурилмаларни яратиш учун кўп муҳитли оқимларни тозалаш тизимларидаги жараёнларни жадаллаштиришнинг мавжуд истиқболли йўлларини таҳлил қилишга асосий эътибор қаратилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-3-94-«Энергиядан самарали фойдаланувчи регенератив ҳаво қиздиргични ишлаб чиқиш» (2015-2017), ИОТ-2015-1-31 - «Стандартлаштириш ва техник жиҳатдан тартибга солиш тизимларининг сифатни бошқаришдаги ўрни» номли ўқув қўлланмасини нашр этиш ва умумтехник регламентни амалиётга жорий этиш (2015-2016), ОТ-А3-58 - «Иссиқлик олиш технологик чизмасида тутун газларининг иссиқлигидан

максимал фойдаланиш усули билан иссиқлик энергия ишлаб чиқариш энергия самарадорлигини ошириш» (2016-2018) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади саноат газли чиқиндиларини аэрозоллардан чуқур тозалаш учун юқори самарали намли чанг тозаловчи қурилмани ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

саноат газли чиқиндилари таркибидаги аэрозолларни намлаш ва совитиш, чўктириш жараёнларининг самарадорлигига таъсир этувчи омилларни ҳамда тозалаш самарадорлигини ошириш учун газлар ҳароратидан фойдаланишнинг оптимал усулларини ўрганиш;

газ-суюқлик қатламидаги дисперс заррачалар ҳаракатланишининг назарий асосларини, математик моделларини, майда дисперс заррачаларнинг чўқишини ҳисоблаш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

чанг тозалаш янги қурилмасининг оптимал гидродинамик ва технологик тавсифларини аниқлаш учун тажриба қурилмасида тадқиқотлар ўтказиш ҳамда олинган натижаларни таклиф этилган эмпирик формулалардан фойдаланиб таҳлил қилиш;

газли чиқиндиларни аэрозоллардан тозалаш учун самарали қурилма ҳамда янги қурилмадан саноат чиқиндиларини майда дисперс аэрозоллардан чуқур тозалаш технологик схемаларида фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти чанг тозалаш қурилмаси, чангли газ, дисперс тизим, майда дисперс заррачаларни намлаш ва чўктириш жараёнлари ҳамда чангларни тозалаш жараёнлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети майда дисперс заррачаларни самарали тозалаш омиллари, модель ва саноат чанглари фракцион таркибини аниқлаш, кам энергия сиғимли ва ҳаракатчан насадкали юқори самарадор чанг тозалаш қурилмаларини ишлаб чиқиш, ҳисоблаш ва фойдаланиш билан боғлиқ муаммолар ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштиришнинг синовдан ўтган замонавий усуллари, ўлчашларнинг замонавий воситалари ва асбобларидан фойдаланиб, аэрозолларни чўктириш ва гидродинамика бўйича тажрибаларни ўтказиш ҳамда тажриба маълумотларига ишлов беришнинг статистик усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

чангли газларни тўғри оқимли янги тирсақли қурилманинг гидравлик катталиклари ва конструктив хусусиятларини эътиборга олган ҳолда уч муҳитли газ-суюқлик қатламининг энергия сарфларига таъсир этувчи омиллар аниқланган;

дисперс заррачаларнинг газ-суюқлик қатламида ҳаракатланишнинг математик модели ишлаб чиқилган ва майда дисперс заррачаларни чўктириш жараёни самарадорлигини ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган;

ҳаракатчан насадкали тўғри оқимли қурилманинг энергия сарфларига кўра газ сиғими ва суюқликни тутиб туриш миқдорини аниқлаш имконини берадиган эмпирик формулалар яратилган;

тирсакли чанг тозалаш қурилмасида газларни чангдан тозалаш самарадорлигини аниқлаш учун тенглама ишлаб чиқилган;

ўлчами бир микрондан кичик механик заррачалардан 95-98% самарадорликда тозалаш имконияти мавжуд бўлган янги қурилма ишлаб чиқилган;

саноат газларини чангдан чуқур тозалаш учун, шу турдаги қурилмаларга нисбатан, гидравлик қаршилиги 20-25% га кам бўлган янги, самарали чанг тозалаш қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

саноатнинг газли чиқиндиларини аэрозоллардан тозалаш учун нам турдаги самарали чанг тозалаш қурилмаси ишлаб чиқилган;

саноатнинг газли чиқиндиларини тозалаш жараёнларининг оптимал режимли катталикларини ҳисоблаш учун эмпирик тенгламалар аниқланган ва ишлаб чиқилган;

таркибида майда дисперс аэрозоллар бўлган саноат чиқиндиларини чангли газнинг дисперс таркиби ва ҳароратига кўра чуқур тозалашнинг технологик схемаларида янги қурилмадан фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги шахсий тажриба маълумотлари ва назарий натижаларнинг адабиётлар манбаларидаги тажриба маълумотлари ва назарий ҳисоблашларига мувофиқлиги; ўтказилган тадқиқотлар асосида ҳисобланган ва лойиҳаланган қурилманинг саноатда муваффақиятли фойдаланиши билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти газ тўғри оқимли тирсакли қурилма газ-суюқлик қатламининг ушланилган суюқликмиқдори ва газ сиғими ҳамда энергия сарфларини аниқлаш учун биринчи бора эмпирик формулалар келтириб чиқарилганлиги; саноат газли чиқиндилари таркибидаги майда дисперс аэрозолларни намлаш, совитиш ва чўктириш жараёнлари самарадорлигига таъсир этувчи омиллар аниқланганлигидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти саноат газли чиқиндиларини тозалаш учун самарали намли чанг тозалаш қурилмасини ишлаб чиқиш ва чанг тозалаш жараёнларининг оптимал режимли катталикларини аниқлаш ҳамда саноат чиқиндиларини чуқур тозалашнинг технологик схемаларида янги қурилмадан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Саноат газ чиқиндиларини тозалаш учун юқори самарали намли чанг тозалаш ускунасини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

чангли газларни тозалаш қурилмасига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтиро патенти олинган (№IAP 03839,

2008 й.). Натижада қурилма саноат газларини майда дисперс аэрозоллардан кам энергия сарфи билан чуқур тозалаш имконини берган;

чангли газларни чуқур тозалаш учун ишлаб чиқилган, самарали ва энергиятежамкор қурилма “Олмалиқ кон-металлургия комбинати” АЖнинг таъмирлаш-механик заводида амалиётга жорий этилган (“Олмалиқ кон-металлургия комбинати” АЖнинг 2019 йил 6 июлдаги 04-04168-сон маълумотномаси). Натижада аспирациялаш тизими АС-2да ҳавонинг чангдан тозалаш самарадорлигини 95-98% ошириш ва янги қурилманинг гидравлик қаршилигини шу турдаги қурилмаларга нисбатан 20-25% га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари илмий маърузалар кўринишида 6 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 24 та илмий иш, шулардан 14 таси – Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси тавсия этган илмий нашрлардаги мақолалар, жумладан, 1 таси хорижий ва 13 таси республика журналларида, халқаро ва республика анжуманларида 9 та тезис нашр этилган ҳамда Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан 1 та ихтирога патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 111 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

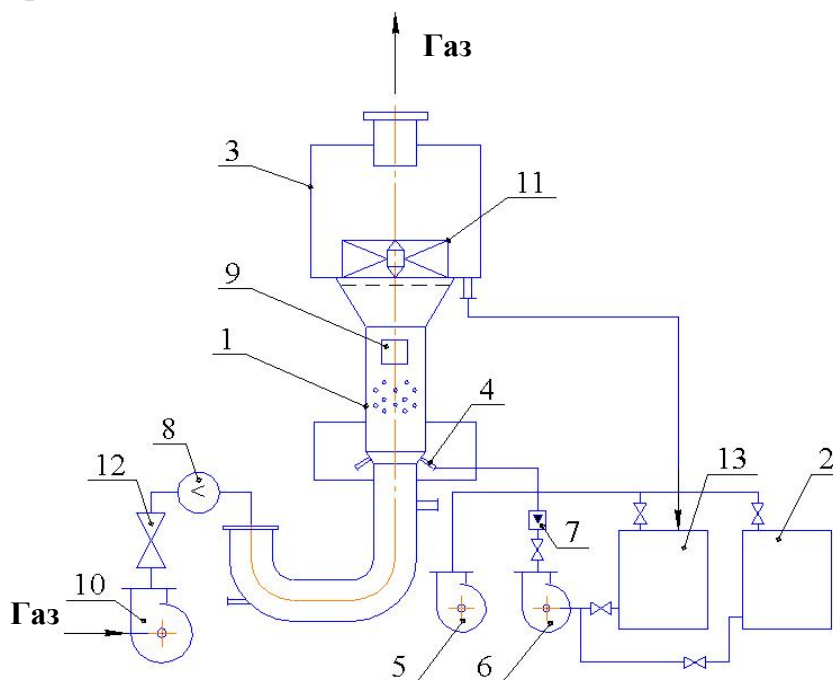
Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги асосланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, тадқиқот натижаларини апробацияси, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Биринчи бобда «**Саноат газларини аэрозоллардан тозалаш жараёни ва қурилмаларнинг замонавий ҳолати ва ривожланиш истиқболлари**» турли техник адабиётлар асосидаги материаллар таҳлили, саноат газларини аэрозоллардан тозалаш жараёнлари ва қурилмаларининг замонавий ҳолати ва ривожланиш истиқболлари таҳлиliga бағишланган.

Чангларни тозалаш ва масса алмашиниш жараёнларини жадаллаштиришнинг истиқболли йўналишларидан бири ҳаракатчан жисмлар қатламида газ-суюқлик оқимларининг ўзаро таъсирлашиш тамойилидан фойдаланиб, қурилмалар ишлаб чиқиш ҳисобланади. Ҳаракатчан насадкалар қатламига эга газ-чангларни тозалаш қурилмаларининг самарадорлигини

ошириш, хусусан қурилма иш соҳасига газни киритиш конструкциясини яхшилаш, муҳитларнинг тўқнашиш юзаларини янгилаш ва жадал ўзаро таъсирлари билан боғлиқ бўлган фойдаланилмаган захиралар мавжудлиги аниқланган.

Диссертациянинг «**Чангли газларни тозалаш қурилмасининг гидродинамик тавсифларини тадқиқ этиш**» номли иккинчи боби чангли газларни тирсакли чангдан тозалаш қурилмасининг гидродинамик тавсифларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган. Конструктив ўзгаришлар ва газ тирсаксимон киритиладиган қурилма хусусиятларининг чанг тозалаш жараёни гидродинамик катталикларига таъсирини аниқлаш учун лаборатория қурилмасида тадқиқот ўтказилди (1-расм).



1-расм. Лаборатория қурилмасининг схемаси: 1-колонна; 2-сиғим-тўплагич; 3-сепаратор; 4-сув узатиш канали; 5 ва 6-насослар; 7-ротаметр; 8-диафрагма; 9-кузатиш ойнаси; 10-газ ҳайдагич; 11-уурма ҳосил қилгич; 12-шибер; 13-сиғим.

Қурилма ички диаметри 250 мм, иш соҳаси баландлиги 1500 мм бўлган икки секцияли колонна 1 дан иборат бўлиб, қурилманинг юқори қисми ўқли уурма ҳосил қилувчи 11 га эга сепаратор 3 билан таъминланган, сепарациялаш қисмининг диаметри 500 мм, баландлиги 680 мм. Колоннага ҳаво юқори босим вентилятори ВД-6-10 билан берилди. Қурилма орқали ўтувчи ҳаво сарфи шибер 12 орқали ростланиб, стандарт камерали диафрагма ДКН-150-8 ёрдамида ўлчаниб борилди. Қурилмага сув сиғим 2 дан ёки 13 дан марказдан қочма насос 6 орқали берилди. Сув сарфи ротаметр РС-7 билан ўлчанди. Жараённи кузатиш учун кўриш ойнаси 9 дан фойдаланилди. Колонна секциялари (қуйи ва юқори) гардишли боғланиб, улар ўртасига таянч панжаралар маҳкамланди. Қурилманинг гидравлик қаршилигини аниқлаш учун ушбу нуқталарда босим ўлчаш штуцерлари ўрнатилди. Бунда қурилма иш соҳасидаги босимлар фарқини таянч панжара қаршилигини эътиборга олмасдан

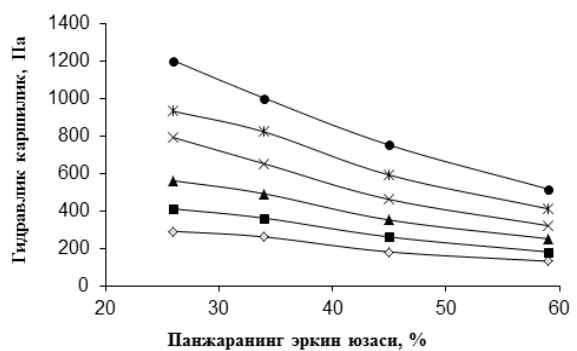
ўлчаш имкониятлари назарда тутилган. Таянч панжарадаги, ҳаракатчан насадка қатламидаги босимлар фарқи, газ оқимининг тезлиги ва насадканинг 100, 150, 200, 250 мм ли статик қатламларидаги сув бериш зичлигига боғлиқ ҳолда қурилмадаги умумий босимлар фарқи дифманометр ёрдамида ўлчанди. Тадқиқот газнинг тезлиги $U_r=10-20$ м/с ва сув бериш зичлиги $L=20-100$ м³/м²соат ёки 0,56-2,78 м/с бўлган ҳолда ўтказилди. Углеродли пўлатдан тайёрланган, панжаралари эркин кесими 26,0; 34,0; 45,0 ва 59,0% бўлган элакли турдаги таянч-тақсимлагичли панжарадан фойдаланилган. Насадкалар сифатида ўлчами 20x20 мм, массаси 30-40 г бўлган резинали насадкалар ишлатилди. Ускунада қоладиган суюқлик миқдорини аниқлаш учун таъминотни узиб қўйиш усулидан фойдаланилиб, колоннадан чиққан суюқлик ҳажми ўлчаниб борилди.

Тажириба бошланишидан олдин қуруқ насадкалар қурилманинг таянч панжарасига зарурий баландлигигача юкланди. Кейин қурилмага сув берилди, вентилятор орқали колоннанинг қуйи қисмидан эса ҳаво берилди. Суюқлик ва газнинг зарур сарф миқдорлари ўрнатилиб, қурилма турғун иш режимига чиққач, босимни ўлчаш амалга оширилди. Ташқи кузатишлар шуни кўрсатдики, газнинг тезлиги ошиши билан қўзғалмас насадкалар босқима-босқич ҳаракатчан ҳолатга ўтди. Дастлаб насадкалар қатламининг ҳаракатларсиз кенгайиши кузатилди. Кейин баъзи ҳалқалар титрай бошлади, бирламчи қатламнинг юқори қисми ва ниҳоят, бутун қатлам ҳаракатга келди. Панжаранинг юқори қисмидан насадкалар қатламининг юқори чегарасигача бўлган қатламнинг динамик баландлиги H_d қурилма корпусига бириктирилган ўлчаш чизғичи ёрдамида ўлчанди. Суюқлик томчиларини кўндаланг кесими ва ажратиш қисмининг баландлиги бўйича тарқалиш майдонини аниқлаш учун махсус асбобдан фойдаланилди. Газнинг бир маромда тарқалишини таъминлаш учун ҳавонинг тезлиги $10\div 12$ м/с чегарасида сақлаб турилди. Суюқлик қатламининг баландлиги 35 дан 75 мм гача ораликда ўзгартириб турилди.

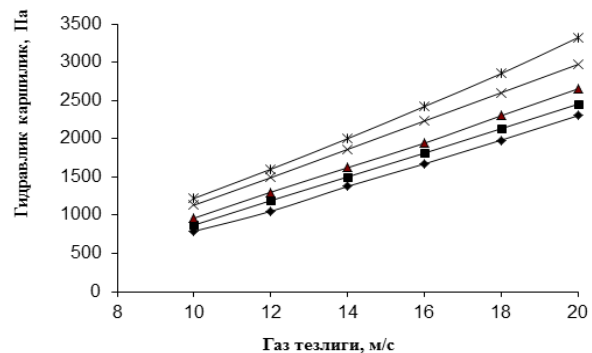
Газ миқдорини ўлчаш ҳар 5 мм да махсус асбоб ёрдамида бажарилди. Тадқиқот учун таркибида 3% гача фаол юзали модда ушлаган, ҳарорати 30-60⁰С бўлган сув-ҳаво аралашмаси олинди.

Газ-суюқлик қатламининг гидродинамикаси газнинг кинетик энергияси ЭК ва суюқликнинг потенциал энергияси ЭП – тесқари таъсир энергиясининг нисбатлари билан ҳам тавсифланиши мумкин. Сув бериш зичлигининг 80-100 м³/м²соат (м/соат) катта қийматлари ва насадка қатламининг 200-250 мм статик баландлигида айрим локал ҳудудларда, асосан деворга яқин соҳаларда, суюқлик пастга оқиши кузатилди. Биз бу режимни оқимчали-томчили деб номлашни таклиф этдик. ЭК>>ЭП бўлганда оқимчали-пуркаш режимининг иккинчи босқичи юзага келди. Суюқлик майда томчиларга ажралиб, ҳаво билан чиқиб кетиши кузатилди. Газ узлуксиз, суюқлик эса дисперс муҳитни намоён этди. Қурилманинг иш соҳасида газ-суюқлик оқимининг бир маромда тақсимланиши кузатилди. Суюқлик, асосан, кичик томчилар ва қатралар кўринишида бўлади.

Таърибанинг алоҳида натижалари 2- ва 3-расмларда келтирилган.



Газ тезлиги, м/с: ◇—10; ■—12; ▲—14; ×—16; *—18; ●—20;



Намлаш тезлиги, м/с: ●—20; ■—40; ▲—60; ×—80; *—100

2-расм. Газ тезлигининг турли қийматларида гидравлик қаршиликнинг “қуруқ” таянч панжара эркин кесимига боғлиқлиги.

3-расм. Намлаш зичлигининг турли қийматларида гидравлик қаршиликнинг газ тезлигига боғлиқлиги.

Табиийки, қурилмадаги мос гидродинамик ҳолатни таъминловчи энергия манбаи газ оқими ҳисобланади. Бу ерда ҳаракатчан насадкаларнинг роли газнинг кинетик энергиясини ташиш ва трансформациялашдан иборат. Насадкаларнинг ҳаракатчан элементлари газ-суюқлик оқимчалари билан тўқнашиб, уларни аралаштиради ва шу орқали томчиларни коалесценцияланишига имкон бериб, оқимчаларни тақсимлайди ва муҳитларнинг учрашиш юзаларини янгилайди. Тезлиги 15 м/с дан юқорироқ газ оқимининг энергияси насадкалар қатлами ҳаракатини енгиш, суюқликнинг оқимчалар, томчи ва қатраларга тақсимланишига ва энг асосийси таъсирланиш юзаларининг янгилиниши учун суюқликни узатишга сарфланади. Ҳаракатчан насадкали (ХН) қурилмаларнинг деярли барча конструкцияларида масса алмашиниш жадаллигининг юқорилиги ва заррачаларнинг тозаланишини асословчи омиллардан бири суюқликнинг қурилмада туриб қолишининг ортиши бўлиб, бу ўз навбатида, “газ-суюқлик” муҳитлари ўртасидаги юзанинг ортишига олиб келади. Бундан ташқари, ушланган суюқлик миқдори (УСМ) кўпгина гидродинамик омилларни белгилаб беради ва чангни тозаланиш жараёнига аҳамиятли даражада таъсир қилади.

Мисол сифатида 4-расмда насадкасиз суғоришнинг турли зичликларида УСМнинг газнинг тезлигига боғлиқлиги кўрсатилган. Кўринадикки газ тезлигининг ортиши УСМнинг камайишига олиб келади.

Насадка қатламининг баландлиги ортиши билан УСМ ўсиб боради (5-расм), бу эса тозалаш самарадорлигининг ошишига хизмат қилади.

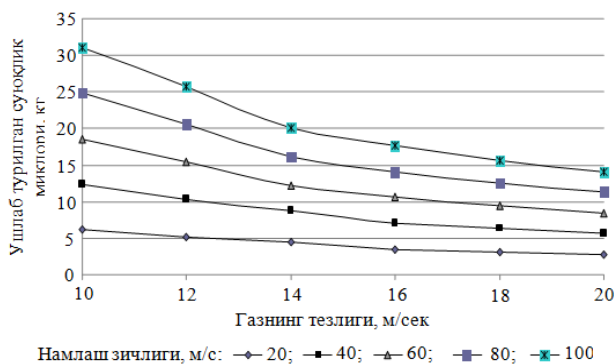
Ҳаракатчан насадкали тўғри оқимли қурилмада УСМни ҳисоблашда қуйидаги фаразлар қабул қилинди:

1. Ҳалқасимон насадкаларнинг тешикларида муҳитларнинг ҳаракати – қатламли. Қурилманинг иш соҳасида суюқлик сочилган томчилар кўринишида, насадкаларнинг сиртида эса – юпқа қатлам кўринишида

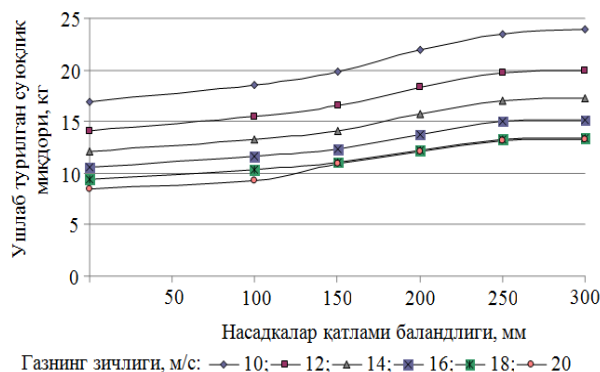
тақсимланган бўлиб, унинг қалинлиги кесим бўйича газнинг тезлиги билан белгиланади;

2. Муҳитлар чегараси сиртида босимнинг ишқаланиш ҳисобига йўқотилиши нолга тенг;

3. Қурилманинг оқимга кўндаланг бўлган кесимининг ихтиёрий нуқтасидаги статик босим ўзгармас қийматга эга.



4-расм. Насадкасиз намлашнинг турли зичликларида ушлаб турилган суюқлик миқдорини газнинг тезлигига боғлиқлиги



5-расм. Газ тезлигининг турли қийматларида ушлаб турилган суюқлик миқдорини насадка қатлами баландлигига боғлиқлиги

Қабул қилинган фаразларни эътиборга олган ҳолда, нуқтадаги статик босим тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\Delta P_c = \Delta P_r, \quad (1)$$

Қурилманинг умумий баландлиги L ни эътиборга олсак:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\Delta P_{жс}}{L} - g\rho_{жс} = \frac{\Delta P_r}{L} - g\rho_r, \quad (2)$$

бу ерда ΔP – босимнинг йўқотилиши, Па; L – қурилма ишчи соҳасининг баландлиги, м; g – эркин тушиш тезланиши, m^2/c ; c, ρ – суюқ ва газнинг муҳитлар индекслари.

Ҳар бир муҳитнинг босими йўқотилишини насадка ва оқимнинг тавсифлари орқали ифодалаш мумкин. Маълумки, бир муҳитли ҳаракатда босимнинг йўқотилиши қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\frac{\Delta P}{L} = K_1 \mu U_0 \frac{4}{9\varepsilon D_3^2} + K_2 \rho U_0^2 \frac{2}{3\varepsilon^2 D_3^2}, \quad (3)$$

бу ерда K_1 ва K_2 – ўзгармаслар; ε – насадкаларнинг ғоваклиги; μ – ковшоқлик, Па·с; U_0 – қурилманинг тўла кесимидаги чизиқли тезлик, м/с; D_3 – тешикларнинг эквивалент диаметри, м.

D_3 нинг қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$D_3 = \frac{2(1-\varepsilon)}{3D_3\varepsilon}, \quad (4)$$

бу ерда D_H – насадканинг эквивалент диаметри бўлиб, кейинги формула билан аниқланади:

$$D_H = 6/S_H, \quad (5)$$

бу ерда S_H – ҳажм бирлигидаги насадканинг юзаси, $1/m^3$.

(3)ни ҳисобга олиб, (2) тенгламани қуйидаги кўринишда ўзгартириш мумкин:

$$\frac{\Delta P}{L} = X_{жс} \frac{\Delta P_{жс}}{L} + (1 - X_{жс}) \frac{\Delta P_{Г}}{L} - g \rho_{см} \quad , \quad (6)$$

бу ерда X_c – туриб қоладиган суюқлик миқдори; $\rho_{см}$ – газ-суюқлик оқимининг зичлиги;

$$\rho_{см} = X_c \rho_c + (1 - X_c) \rho_{Г} \quad (7)$$

(6) тенгламани X_c орқали ифодалаб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$X_c = \frac{\Delta P - \Delta P_{Г}}{\Delta P_c - \Delta P_{Г}} \quad (8)$$

Шундай қилиб, энергия сарфига боғлиқ ҳолда, УСМни аниқлаш имконини берувчи формула келтириб чиқарилди. Уч муҳитли тўғри оқимли ҳаракатчан қатламнинг ҳолатини тавсифловчи, қатламнинг баландлиги ва суюқликни туриб қолишига боғлиқ бўлган муҳим катталиқ газ сиғими ҳисобланади. ҚНли қурилманинг динамик қатламидаги муҳитларнинг солиштирма учрашиш юзаси катталиги газ сиғимига боғлиқдир. Шунинг учун ҳам биз қурилмадаги газнинг тезлиги, суғориш зичлиги ва насадкаларнинг ҳажми (статик қатламнинг баландлиги) каби катталиқларнинг газ сиғимига таъсирини аниқлаш бўйича тажриба тадқиқотларини ўтказдик.

Қурилманинг эркин кесимидаги ҳаво тезлигини 10 дан 20 м/с гача, намлаш зичлигини 20 дан 100 м³/м²соатгача, ҳалқали насадкалар статик қатлами баландлигини 100 дан 250 мм гача ўзгартирдик. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

Насадкалар қатламининг газ сиғими – бу қатламнинг газ билан тўлдирилган ҳажми $V_{Г}$ ни қатламнинг умумий ҳажми $V_{ум}$ га нисбатидир:

$$\varphi = \frac{V_{Г}}{V_{ум}} = \frac{V_{ум} - V_c - V_H}{V_{ум}} = 1 - \frac{V_c - V_H}{V_{ум}} \quad (9)$$

Агар газли муҳитнинг ўртача диаметри d_n бўлган пуфаклар деб тасаввур қилсак, унда газли қатламнинг ҳажмини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$V_{Г} = n_n \frac{\pi d_n^3}{6} = 0,523 d_n^3 \cdot n_n \quad (10)$$

бу ерда n_n – пуфаклар сони, d_n – пуфакнинг диаметри.

Агар газ-суюқлик тизимидаги суюқлик томчилар шаклида тақсимланган бўлса, унда газ муҳитини қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин:

$$V_{Г} = V_{ум} - n_k \frac{\pi d_k^3}{6} = V_{ум} - 0,523 d_k^3 n_k \quad , \quad (11)$$

бу ерда n_k – қатламдаги томчилар сони; d_k – томчининг ўртача диаметри.

Умумий барботажли қатламнинг ҳажми қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$V_{ум} = HF_{қат} \quad (12)$$

бу ерда H – қатламнинг баландлиги, биздаги ҳолда қурилманинг ишчи соҳасини баландлиги; $F_{қат}$ – қатламнинг кесим юзаси.

Ҳалқали насадкалар билан банд қилинган қатламнинг ҳажми қуйидаги формула билан аниқланади:

$$V_H = \frac{\pi d_H^3 \cdot h_H}{4} \cdot n_H, \quad (13)$$

бу ерда d_H – ҳалқали насадка диаметри; h_H –насадканинг баландлиги; n_H – насадкалар сони.

Суюқлик ҳажми қуйидаги формула билан аниқланади:

$$V_c = \frac{G_c}{\rho_c}, \quad (14)$$

бу ерда G_c – тутиб қолинган суюқлик массаси; ρ_c –суюқликнинг зичлиги.

$d_H \approx h_H$ бўлган ҳолатлар учун формулани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$V_H = 0,785 d_H^3 d_H. \quad (15)$$

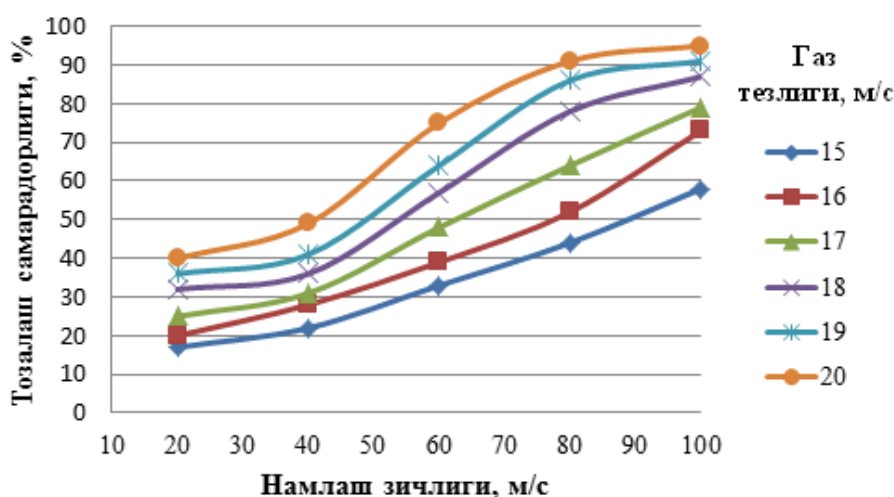
(11)-(15) боғлиқликларни (9) га қўйиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$\varphi = 1 - \frac{0,523 d_H^3 n_H}{H F_{\text{кат}}}. \quad (16)$$

Олинган (16) формула насадка қатламининг катталикларига кўра газ сиғими қийматини аниқлаш имконини беради. Газ сиғимининг тажрибавий ва ҳисобий қийматларининг солиштирма таҳлили (16) формуланинг ўртача хатолиги 4-7% ни ташкил этишини кўрсатади.

Учинчи бобда «**Чангли газларни тозаловчи тирсакли қурилмада аэрозол зарраларнинг чўкишини тадқиқ этиш**» газ тирсакли чанг тозалаш қурилмасида аэрозолли заррачаларни чўктириш жараёнларини тадқиқ қилиш натижалари тавсифланган.

Модель чанг, яъни резинани ёқишдан ҳосил бўлган тутунда ўлчами 1 мкм дан кичик бўлган субмикрон заррачаларнинг улуши 50 % га яқин. Модель чангни тозалаш самарадорлигини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотларда газли оқим тезлигини 15÷20 м/с оралиғида, намлаш зичлигини эса $-2,8 - 14 \cdot 10^{-3}$ м/с оралиқда ўзгарттирдик. Тозалаш самарадорлигининг тезликка боғлиқлиги 6-расмда келтирилган.

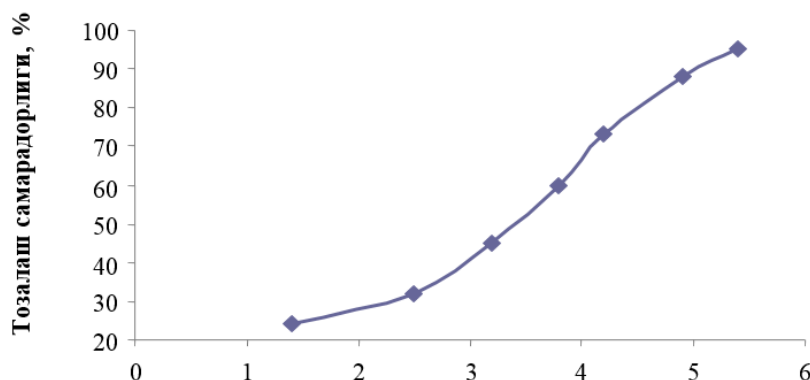


6-расм. Намлаш зичлигининг турли қийматлари ($L \times 10^3$, м/с)да чангдан тозалаш самарадорлигини газ тезлигига боғлиқлиги.

Графикдан кўриниб турибдики, газ тезлигининг ортиши билан тозалаш самарадорлигининг ошиши кузатилмоқда. Бироқ, 15÷17 м/с тезликда

самарадорлик 80% чегарасида бўлди. Кейинроқ тезлик 19÷20 м/с гача ортиши билан самарадорлик 90÷92% га етди. Тажриба натижаларидан кўринадикки, $2,8 \div 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ намлаш зичлигида тозалаш самарадорлиги барқарор ошиб боради, $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ дан катта зичликларда эса тозалаш самарадорлиги кескин ошиши кузатилади.

Кейинги чангни тозалаш самарадорлиги ўзгаришининг гидравлик қаршилиққа боғлиқлиги графигида (7-расм) тозалашнинг максимал самарадорлиги 95 % га 5,4 кПа энергетик сарфда эришилишини кўрсатмоқда.



7-расм. Иш катталиклари $U=18 \text{ м/с}$, $L=14 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$, $H_{ст}=150 \text{ мм}$ бўлганда чангдан тозалаш самарадорлигининг гидравлик қаршилиққа боғлиқлиги

Намлаш зичлиги $L=60 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{соат}$ ва $K=0,98$ корреляция коэффициентиди моделдаги чангни тозалаш самарадорлигини газнинг тезлигига боғлиқлиги қуйидаги формулага эга:

$$\eta = 9,6 \cdot 10^{-3} U^{3,21}. \quad (17)$$

Газнинг тезлиги 17 м/с бўлганда майда дисперс заррачаларни тозалаш даражасини намлаш зичлигига боғлиқлигини корреляция коэффициентиди $K=0,98$ бўлган қуйидаги эмпирик боғлиқлик билан тавсифлаш мумкин:

$$\eta = 0,99 L^{1,3}. \quad (18)$$

(18) ва (19) формулаларни умумлаштирувчи, корреляция коэффициентиди $K=0,97$ бўлган формула қуйидаги кўринишга эга:

$$\eta = 0,651 U^{1,61} L^{0,36}. \quad (19)$$

Технологик катталиқларнинг оптимал қийматларида майда дисперс заррачалардан тозалаш самарадорлигини насадкаларнинг статик қатлами баландлигига боғлиқлиги корреляция коэффициентиди $K=0,99$ бўлган қуйидаги формула билан тавсифланади:

$$\eta = e^{2,95} H^{0,29}.$$

Заррачаларни тозалаш самарадорлигини қурилманинг гидравлик қаршилигига боғлиқлигини тавсифлаш учун олинган эмпирик формула корреляция коэффициентиди $K=0,97$ бўлиб, қуйидаги кўринишга эга:

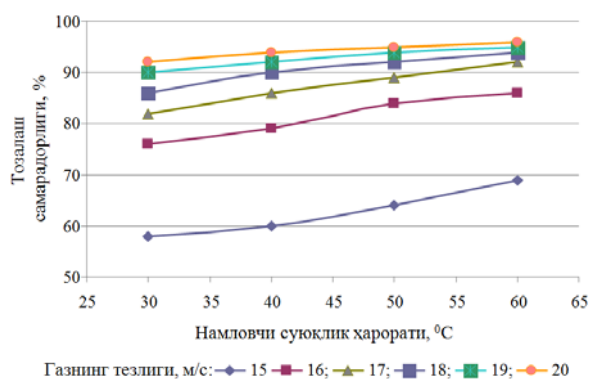
$$\eta = 0,03142 \Delta P^{1,84}.$$

Таклиф этилган формулалар тажриба қийматлари чегарасида саноат қурилмасини ҳисоблаш ва оптимал катталиқларини аниқлаш учун хизмат қилади.

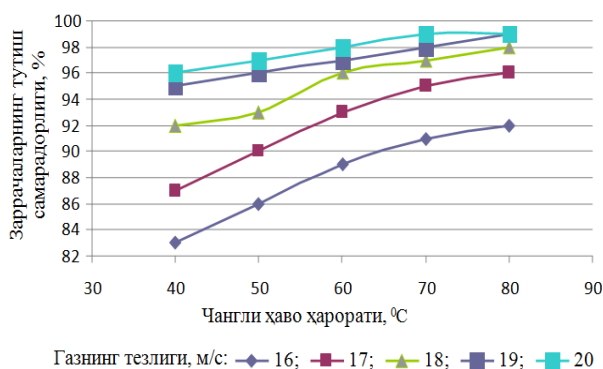
Диссертациянинг тўртинчи боби «**Майда дисперсли аэрозолларни тозалаш самарадорлигини оширишга қўшимча таъсир қилиш усуллари тадқиқи**» майда дисперс аэрозолларни тозалаш самарадорлигини оширишга қўшимча таъсир этувчи усулларни тадқиқ қилиш натижалари келтирилган. Юқоридаги бобларда келтирилган назарий ва тажриба маълумотлари тўплами шундан гувоҳлик берадики, биз ишлаб чиққан газни тирсакли қувур орқали қабул қилувчи тўғри оқимли чанг тозалаш қурилма майда дисперс заррачаларни тозалаш учун самарали қурилма ҳисобланиб, хусусан, юқори ҳароратли аэрозоллар билан ишлаш имконига ҳам эга. Қурилмада тозалаш жараёни инерцион-турбулентли механизмдан фойдаланиб амалга оширилади ва бунда аэрозолларни тозалашнинг умумий самарадорлигини оширувчи, заррачаларни турбулентли коагуляциялаш ўринлидир. Бироқ, тажриба синови бу самара ўлчами 1 мкм дан кичик бўлган аэрозолларни тозалашнинг зарурий даражасини олиш учун етарли эмаслигини кўрсатди.

Ўлчами 1 мкмдан кичик бўлган аэрозолларни тозалаш самарадорлигини ошириш учун қўшимча таъсир этишнинг газ оқими ҳароратининг фойдаланиш ва сувни газ қувурига пуркаш каби усулларидан фойдаланилди.

Олинган натижалар 8-расмда модель чанг, яъни резина ёнишида ҳосил бўлган тутунни тозалаш самарадорлиги намловчи сув ҳароратига боғлиқлигининг графиги кўринишида келтирилган. Графикдаги 30°C ҳароратли нуқталар тадқиқот натижаларини солиштиришни енгиллаштириш учун хона ҳароратида, яъни иситилмасдан олинган маълумотлар бўйича қурилган. Графикдан кўриниб турибдики, намлашга берилаётган сувни иситиш субмикрон аэрозоллардан тозалаш самарадорлигининг ўсишига олиб келади. Бу, самарадорлик 90% дан кам бўлганда яққол сезилади, масалан, газнинг тезлиги 17 м/с бўлганда иситишсиз самарадорлик 82% ни ташкил этди, 60°C га иситилганда эса самарадорлик 10% га ошиб, қиймати 92% га етди. Бироқ тезлик 20 м/с бўлганда самарадорликнинг ўсиши бор-йўғи 4 % ни ташкил этади ва 96 % га етади.



8-расм. Газнинг турли тезликларида чангни тозалаш самарадорлигини намловчи суюқлик ҳароратига боғлиқлиги ($L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм).



9-расм. Газларнинг турли тезликларида модель чангни сув пуркаш орқали тозалаш самарадорлигини чангли ҳавонинг ҳароратига боғлиқлиги $L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм.

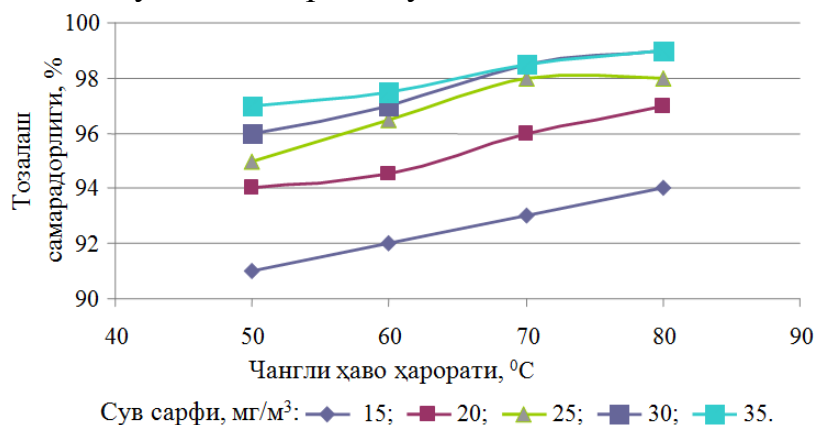
Газларни чангдан тозалашда намлашга берилаётган сувни иситиш газ-суюқлик сирт таранглик коэффициентининг камайишига олиб келади ва ўз навбатида молекуляр тортишиш кўрсаткичини, натижада эса тозалаш самарадорлигини оширади.

Тажриба натижалари (9-расм) сув оқимини юқори ҳароратли ҳавонинг газ қузурига майин пуркагич ёрдамида пуркаш усули насадкали чанг тутиш қурилмасини тирсаксимон қувур орқали газ кирувчи қурилма билан комбинациясида субмикрон заррачаларни тозалашнинг юқори самарадорлигига эришиш имконини беришини кўрсатди. Бу ҳодисани суюқликни бериш вақтида томчиларнинг буғланиши ва газнинг намликка тўйиниши билан тушунтириш мумкин. Демак, конденсат аэрозоллари ядро ролини бажаради ва субмикрон ўлчамли қаттиқ заррачаларни йириклашиши учун хизмат қилади.

Шундай қилиб, қаттиқ заррачалар муҳитида суюқлик томчиларини буғланиши ва буғларнинг конденсацияланиш ҳодисалари заррачаларнинг йириклашишида бир хил роль ўйнайди. Бунда суюқликни юпқа сочилиши ва газнинг зарурий даражагача тўйинишига эришиш муҳим. Газларнинг намликка ўта тўйиниши ҳам кутилган натижани бермайди.

Субмикрон заррачаларни тозалашнинг юқори самарадорлигига эришишда газнинг тезлиги алоҳида аҳамиятга эга. Графиклардан шуни кўриш мумкинки (9-расм), 18 м/с дан ошмайдиган тезликларда ҳатто юқори ҳароратли ҳаво қузурига сувни пуркаш орқали заррачаларни йириклаштиришдан фойдаланилганида ҳам тозалашнинг самарадорлиги 96% атрофига тўғри келади.

Тезлик 18 м/с дан юқори бўлиб (10-расм), жараённинг қолган барча катталиклар қийматлари сақланган ҳолда тозалаш самарадорлиги 99% га етади. Шундай қилиб, газ қузурига сувни юборишда юз берадиган заррачаларнинг йириклашувига оқимнинг юқори турбулентлиги ижобий таъсир этади деган хулоса чиқариш мумкин.



10-расм. Пуркалган сув миқдорининг турли қийматларида ҳаво қузурига сув пуркаб берилганда тозалаш самарадорлигининг ҳавонинг ҳароратига боғлиқлиги
 $L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм, $U=19$ м/с.

Тажрибани ўтказиш давомида қизиган газ иссиқлиги ҳисобига сув ҳарорати 45-52°C гача кўтарилиши кузатилди. Бу ҳолат ҳам тозалаш

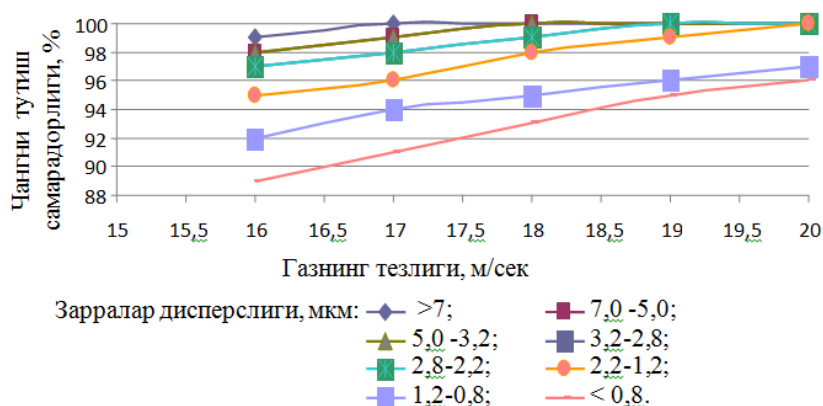
самарадорлигига ижобий таъсир кўрсатди.

Чангли газларни тозалаш учун ишлаб чиқилган тирсакли қурилма Олмалик кон-металлургия комбинатининг марказий таъмирлаш-механик заводидаги металл қуйиш ишлаб чиқаришида саноат синовидан ўтказилди. Чанг тутиш қурилмаси ҳавони лентали конвейер ЛК-12 дан ажралаётган чангдан тозалаш учун аспирация тизими АС-2 га ўрнатилди. Ушбу тизим чанг тозалаш камералари билан таъминланган бўлиб, унинг чанг тозалаш самарадорлиги бор-йўғи 30-40 % ни ташкил этади. Аспирация тизими АС-2 даги вентиляторнинг унумдорлиги 44153 м³/соат, чанг камерасига киришдаги ҳавонинг чанглилиги 5,671 г/нм³, чиқишда эса 3,4 г/нм³ атрофида ўзгарди.

Унумдорлиги 35000 м³/соат бўлган чанг тозалаш қурилмаси газ чиқиш тармоғига чанг тозалаш камерасидан кейин ўрнатилди. Қурилма саноат шароитида унинг оптимал иш катталикларини ва тозалаш самарадорлигига намлаш ва совитишнинг таъсирларини аниқлаш бўйича синовдан ўтказилди.

Қурилманинг ишчи соҳасидаги газнинг тезлиги 16÷20 м/с, суғориш зичлиги 7,4÷14·10⁻³ м/с бўлган шароитда тозалаш самарадорлигини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Тажрибаларда ўлчами 40x40 мм, массаси 35 грамм бўлган ҳалқали насадкалардан фойдаланилди. Тажрибадан олдин тозаланаётган газнинг таркиби ва дисперс заррачалари аниқланди. Заррачаларнинг концентрациялари чанг ҳосил қилувчи манбанинг ишлаш босқичларига кўра 3 г/м³дан 4,2 г/м³гача ўзгариши аниқланди. Заррачаларнинг дисперс таркибини аниқлаш натижалари ўлчами 1 мкм дан кичик заррачалар 21-32 % ни ташкил этишини кўрсатди.

11-расмда сув пуркаб берилганда заррачалар дисперс таркибининг турли қийматларида чангли ҳавони тозалаш самарадорлигини газнинг тезлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши акс эттирилган бўлиб, бу ердан заррачаларнинг ўлчами 7 мкм дан катта, 7-5 мкм оралиғида, 5-3,2 мкм, 3,2-2,8 мкм, 2,2-1,2 мкм бўлганда тозалаш самарадорлиги 100 % га етиши, заррачалар ўлчами 1,2-0,8 ва 0,8 мкм дан кичик бўлганда эса 96-97 % ни ташкил этишини кўриш мумкин.



11-расм. Заррачалар дисперс таркибининг турли қийматларида чангдан тозалаш самарадорлигини газнинг тезлигига боғлиқлиги ($H_{ст} = 200$ мм ва $L = 14 \cdot 10^{-3}$ м/с, сув пуркаш оқали).

Тирсакли ҳаракатчан насадкали чанг тозалаш қурилмаси Олмалик кон-

металлургия комбинатининг таъмирлаш-механик заводида жорий этишга қабул қилинган. Аспирация тизими АС-2 даги ҳавони лентали конвейер ЛК-12 дан ажралаётган чангдан тозалаш учун битта чанг тозалаш қурилмасини жорий этишдан кутилаётган йиллик иқтисодий самара 62 018 300 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

Янги, тўғри оқимли тирсақли қурилманинг конструктив хусусиятлари ва гидравлик катталикларини ҳисобга олган ҳолда чанг тозалаш жараёнининг гидродинамик ва иш катталикларига таъсир этувчи омилларни аниқлаш бўйича ўтказилган назарий ва тажрибавий тадқиқотларга асосланиб, қуйидаги умумий хулосалар шакллантирилди:

1. Тирсақли қурилманинг гидравлик қаршилигининг иш катталикларига боғлиқлиги ҳамда ҳаракатчан насадкали тўғри оқимли қурилмада иккита: оқимчали-томчили ва оқимчали-пуркалишли режимлар мавжудлиги аниқланди.

2. Газ-суюқлик ва насадкали қатлам катталикларининг газ сиғими ва ушланилган суюқлик миқдорининг қийматларига таъсири аниқланди. Олинган тенгламалар гидродинамик ва иш катталикларни қурилманинг энергетик сарфига кўра аниқлаш имконини кўрсатди.

3. Уч муҳитли газ-суюқлик қатлами технологик катталикларига кўра цилиндрик координаталар тизимида заррачалар ҳаракатининг математик модели ишлаб чиқилди. Тенгламалар тизими турли ўлчамдаги заррачаларнинг иш соҳасида бўлиш вақтида радиал ва ўқли йўналишлар бўйича координаталарини аниқлашга хизмат қилади.

4. Компьютерда назарий тажрибалар ўтказилди, бу эса субмикрон ўлчамдаги заррачаларни чўктириш самарадорлигининг максимал қийматига мос келувчи чангдан тозалаш жараёни иш катталикларининг оптимал қийматларини аниқлашга хизмат қилади.

5. Қурилманинг чангдантозалаш самарадорлигини назарий аниқлаш бўйича эмпирик тенгламалар олинган ва уларнинг монандлиги тажриба орқали тасдиқланган. Тенгламалар саноат қурилмаларини лойиҳалашда фойдаланилади.

6. Технологик катталикларнинг кенг қамровли ўзгаришида олинган тадқиқот натижалари асосида газларни чангдан тозалаш учун юқори самарали ва энергия тежамкор қурилма ишлаб чиқилган ва ихтирога патент(№ IAP 03839, 12.12.2008г.) олинган.

7. Субмикрон ўлчамдаги заррачаларни тозалаш самарадорлигини оширишга қўшимча таъсир этиш усуллари таъсири тажрибавий йўл билан аниқланган ва юқори ҳароратдаги чангли газ қувирига сувни пуркаш усулидан фойдаланиш натижасида самарадорлик 95-98% га етишига эришилди.

8. Чангли газнинг ҳарорати ва заррачаларнинг дисперс таркибига кўра, яратилган тирсақли қурилмаларни саноат технологик схемаларида қўллаб, самарали тозалаш бўйича тавсиялар таклиф этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНЫЙ СОВЕТ
DSc.27.06.2017.Т.03.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

РАХМОНОВ УКТАМ КАМОЛОВИЧ

**СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО МОКРОГО
ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ОЧИСТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

02.00.16 - «Процессы и аппараты химических технологий и пищевых производств»

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.1.PhD/Т36.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трёх (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.tdtu.uz и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.

Научный руководитель: **Рахмонов Тойир Зойирович**
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Мухиддинов Джалолиддин Насырович**
доктор технических наук, профессор

Авазов Юсуф Шодиевич
доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

Ведущая организация: **Ташкентский химико-технологический институт**

Защита диссертации состоится «__» __ 2020 года в __ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.Т.03.02 при Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел: (+99871) 246-46-00; факс: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано за №__). Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (+99871) 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «__» __ 2020 года.
(реестр протокола рассылки №__ от «__» __ 2020 года.)

Н.Р. Юсупбеков

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

У.Ф.Мамиров

Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор философии (PhD) по техническим наукам

Х.З.Игамбердиев

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В последнее время особое внимание уделяется предотвращению загрязнения воздуха во всем мире. Одной из важнейших проблем в этой области является полное и рациональное использование сырья и энергетических ресурсов, а также защита атмосферного воздуха от вредного воздействия аэрозольных выбросов промышленных предприятий. В связи с этим одним из первичной задачей является ускорение технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий в ключевые отрасли экономики.

Мировые производственные предприятия проводят научно-исследовательские работы позволяющие повышению продуктивности технологических разработок, сбережению топливно-энергетических ресурсов, снижению себестоимости продукции и повышение их качество, разработать высокоэффективных процессов, разработок и технологий обеспечивающие улучшения экологической обстановки. При этом необходимо разработать усовершенствованные технологии, обеспечивающие энерго - и ресурсосбережение и высокой эффективности очистки частиц субмикронного размера из газовых выбросов различных производственных предприятий.

В республике уделяется большое внимание разработке современных энергосберегающих устройств для очистки пылевых газов, выделяющихся от крупных промышленных, металлургических, химических и горнодобывающих предприятий. В Стратегии по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы обозначены задачи «...сокращения энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкого внедрения в производство энергосберегающих технологий, повышения производительности труда в отраслях экономики»¹. С точки зрения разработки эффективного мокрого пылеулавливающего аппарата для глубокой очистки промышленных газовых выбросов от аэрозолей, удовлетворяющих требованиям высокой эффективности, эксплуатационной надежности, низкой энергоемкости, представляет актуальную и востребованную задачу, от успешного решения которой зависят перспективы сохранения чистоты атмосферного воздуха.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлениями №ПП-2915 от 21 апреля 2017 года «Правовые основы деятельности инспекции по экологии и защите окружающей среды Республики Узбекистан по контролю за возникновением отходов, их накоплению, хранению, транспортировке, утилизации, переработке, закапыванию», №ПП-3151 от 27 июля 2017 года

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

«О мерах по дальнейшему расширению участия отраслей и сфер экономики в повышении качества подготовки специалистов с высшим образованием» и №ПП-3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов», а также других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго-ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Теоретические и экспериментальные исследования аппаратов с подвижной насадкой проводились многие зарубежные ученые, такие как Д.А.Баранов, О.С.Балабеков, В.Ф.Беккер, А.Ю.Вальдберг, Ж.Диксон, А.А.Заминян, С.Калверт, И.Ф.Киссельман, С.Паджиол, В.Н.Рамм, В.Страус, В.Г.Систер, Э.Я.Тарат, В.И.Энтин, Н.В.Фрякин и др., а также отечественные ученые В.И.Левш, Дж.Н.Мухиддинов, З.С.Салимов, Н.Р.Юсупбеков, А.Т.Саидазимов и др.

В научных разработках этих ученых изучено, механизмы создания трехфазного подвижного слоя, влияние различных рабочих параметров на эффективность пылеулавливания, теоретическое основы определение газосодержание трехфазного слоя, количества удержания жидкости в турбулентном потоке, вопросы практической применении и эксплуатации различных конструкций пылеулавливающих аппаратов с трехфазным псевдооживленном (подвижным) слоем.

На равно с этим не осуществлена достаточная внимания по направлениям повышения эффективности, снижения эксплуатационных, в том числе энергетических затрат пылеулавливающих аппаратов с подвижной насадкой для очистки частиц субмикронного размера. На сегодняшний день, основное внимание сосредоточено на анализе возможных перспективных путей интенсификации процессов в системе очистки многофазных потоков для разработки высокоэффективного и неэнергоемкого прямоточного устройства с целью эффективного улавливания частиц субмикронного размера с учетом их различной природы происхождения, распределения частиц по размерам.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Ташкентского государственного технического университета А-3-94— «Разработка энергоэффективного регенеративного воздухоподогревателя» (2015-2017), ИОТ-2015-1-31 – “Публикация учебника «Роль систем стандартизации и технического регулирования в управлении качеством» и внедрение технических регламентов 2015-2016), ОТ-А3-58 – «Повышение энергоэффективности выработки тепловой энергии методом максимального

использования теплоты дымовых газов в технологической схеме получения теплоты» (2016-2018).

Целью исследования являются разработка высокоэффективного мокрого пылеулавливающего аппарата для глубокой очистки промышленных газовых выбросов от аэрозолей.

Задачи исследования:

изучение факторов, влияющих на эффективность процессов увлажнения и охлаждения, осаждения аэрозолей, содержащихся в промышленных газовых выбросах и оптимальных способов утилизации температуры газов для повышения эффективности очистки;

разработка теоретических основ, математической модели движения дисперсных частиц в газожидкостном слое, алгоритма расчета осаждения мелкодисперсных частиц;

проведение исследований на экспериментальном стенде для определения оптимальных гидродинамических и технологических характеристик нового пылеулавливающего аппарата и анализ полученных результатов с применением предлагаемых эмпирических формул;

разработка эффективного оборудования для очистки аэрозолей газовых выбросов и рекомендаций по использованию нового аппарата в технологических схемах глубокой очистки промышленных выбросов от мелкодисперсных аэрозолей.

Объектом исследования являются пылеулавливающий аппарат, запыленный газ, дисперсная система, процессы увлажнения и осаждения мелкодисперсных частиц и процесс пылеулавливания.

Предмет исследования: проблемы, связанные с факторами эффективной очистки мелкодисперсных аэрозолей, определение фракционного состава модельной и промышленной пыли; разработка, расчет и создание менее энергоемких и высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов с подвижной насадкой.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы современные апробированные методы математического моделирования, методы проведения опытов по гидродинамике и осаждению аэрозолей с использованием современных приборов и средств измерения и статические методы обработки экспериментальных данных.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены факторы, влияющие на энергетические затраты трехфазного газожидкостного слоя с учетом конструктивных особенностей и гидравлических параметров нового прямоточного аппарата с коленчатым вводом запыленных газов;

разработана математическая модель движения дисперсных частиц в газожидкостном слое и создан алгоритм расчета эффективности процесса осаждения мелкодисперсных частиц;

разработаны эмпирические формулы, позволяющие определить газонаполнение и количество удерживаемой жидкости в зависимости от

энергетических затрат прямоточного устройства с подвижной насадкой;

разработано уравнение для определения эффективности пылеулавливания аппаратов с коленчатым вводом запыленных газов;

разработано новое устройство, способное очищать механические частицы размером менее одного микрона с эффективностью 95-98%;

разработан новый, эффективный пылеулавливающий устройство для глубокой очистки промышленного воздуха от аэрозолей, имеющий на 20-25% ниже гидравлическое сопротивление, чем аппараты подобного типа.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан эффективный пылеулавливающий аппарат мокрого типа для очистки газовых выбросов промышленности от аэрозолей;

выявлены и разработаны эмпирических уравнении для расчета оптимальных режимных параметров процесса очистки промышленных газовых выбросов;

разработаны рекомендации по использованию нового устройства в технологических схемах глубокой очистки промышленных выбросов, содержащих мелкодисперсные аэрозоли, в зависимости от дисперсного состава и температуры запыленного газа.

Достоверность результатов исследования подтверждается согласованностью теоретических результатов с собственными экспериментальными данными и данными экспериментов и теоретическими расчетами из литературных источников; успешной промышленной эксплуатацией аппаратов, рассчитанных и спроектированных на основе проведенных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования состоит в том, что впервые выведены эмпирические формулы для определения энергетических затрат, количества удерживаемой жидкости и газонаполнения газожидкостного слоя прямоточного аппарата с коленчатым вводом газа; определены факторы, влияющие на эффективность процессов увлажнения, охлаждения и осаждения мелкодисперсных аэрозолей, содержащихся в промышленных газовых выбросах;

Практическая значимость результатов диссертации заключается в разработке эффективного мокрого пылеулавливающего аппарата для очистки газовых выбросов промышленности и выявлении оптимальных режимных параметров процесса пылеочистки с разработкой рекомендаций по использованию нового устройства в технологических схемах глубокой очистки промышленных выбросов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию устройств эффективного улавливания промышленных газовых выбросов от мелкодисперсных частиц и снижению их вредного воздействия:

получен патент Агентства по Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на устройство для очистки запыленного газа (№ IAP

03839, 2008 г.). Разработанный аппарат дает возможность глубокой очистки промышленных газов от мелкодисперсных аэрозолей с низкими энергозатратами;

разработанное пылеулавливающее устройство с коленчатым вводом газа внедрены в ремонтно-механическом заводе АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» (Справка АО «Алмалыкского горно-металлургического комбината» №04-04168 от 6 июля 2019 года). В результате аспирационная система АС-2 достигла эффективности запыления воздуха на 95-98% и уменьшил гидравлическое сопротивление нового устройства на 20-25% по сравнению с аналогичным типом устройства.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 6 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 24 научных работ, из них 14 – в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 1 в иностранном и 13 в республиканских журналах, 9 тезисов на международных и республиканских конференциях. Получен 1 патент Агентства по Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной объем диссертации составляет 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, приводится соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрываются их теоретическая и практическая значимость, приведены результаты внедрения диссертационной работы в практику, сведения по апробациям и опубликованным работам, структуру и объёму диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние и перспективы развития процессов и аппаратов по очистке промышленных газов от аэрозолей»** посвящена анализу современного состояния и перспективы развития процессов и аппаратов по очистке промышленных газов от аэрозолей.

Одним из перспективных направлений интенсификации процесса пылеулавливания и массообмена является разработка аппаратов с использованием принципа взаимодействия газожидкостных потоков в слое подвижных тел. Отмечено, что имеются неиспользованные резервы повышения эффективности газо-пылеулавливающих аппаратов с подвижным слоем насадки, в частности связанные с улучшением конструкции ввода газа в рабочую зону аппарата, с интенсивным взаимодействием и обновлением

поверхности соприкосновения фаз.

Во второй главе диссертации **«Исследование гидродинамических характеристик пылеулавливающего аппарата с коленчатым вводом запыленного газа»** приведены результаты исследования гидродинамических характеристик пылеулавливающего аппарата с коленчатым вводом газа.

Для определения влияния конструктивных изменений и особенностей аппарата с коленчатым вводом газа на гидродинамические параметры процесса пылеулавливания проводили исследования на лабораторной установке (рис. 1). Установка включает в себя двухсекционную колонну 1 с внутренним диаметром 250 мм, высотой рабочей зоны 1500 мм, верхняя часть аппарата снабжена сепаратором 3 с осевым завихрителем 11, диаметр сепарационной части 500 мм, высота 680 мм. Воздух в колонну нагнетался вентилятором высокого давления ВД-6 – 10. Расход воздуха через аппарат регулировался шибером 12 и измерялся при помощи стандартной камерной диафрагмы ДКН-150 – 8. Орошение подавалось из бака 2 или 13 при помощи центробежного насоса 6. Расход воды на орошение измерялся ротаметром РС-7 – 7. Для наблюдения за процессом использовалось смотровое окно 9.

Секции колонны (нижняя и верхняя) соединились флянцами, между которыми закреплялись опорные решетки. Для измерения гидравлического сопротивления аппарата в трех точках установлены штуцера отбора давлений. При этом предусмотрена возможность измерять перепад давления в рабочей зоне аппарата без учета сопротивления опорной решетки. Перепад давления в опорной решетке, в слое подвижной насадки и общий перепад давления в аппарате в зависимости от скорости газового потока, плотности орошения при статических слоях насадки 100, 150, 200, 250 мм, замеряли при помощи дифманометра. Исследования проводили при скоростях газа $U_r=10-20$ м/с и плотности орошения $L=20-100$ м³/м²ч или 0,56-2,78 м/с. Использованы опорно-распределительные решетки сетчатого типа со свободным сечением решетки 26,0; 34,0; 45,0 и 59,0%, изготовленные из углеродистой стали. В качестве насадки использовали резиновую насадку размером 20x20 мм с массой насадочного элемента 30-40 г. Для определения количества удерживаемой жидкости использовали метод отсечки питания, с последующим измерением объема жидкости, вытекшей из колонны.

Перед началом опытов сухую насадку загружали в аппарат с опорной решеткой до заданной высоты. Затем подавали орошение, а снизу вентилятором подводили воздух. После установления требуемых расходов и выведения аппарата на устойчивый режим работы производили замеры давлений. Визуальные наблюдения показали, что переход неподвижной насадки в подвижное состояние происходит постепенно с ростом скорости газа. Сначала наблюдается расширение слоя насадки без заметного движения. Затем некоторые кольца начинают вибрировать, особенно в верхней части слоя, и, наконец, в движение переходит весь слой.

Динамическую высоту слоя H_d определяли замером расстояния от верха нижней решетки до верхнего края слоя насадки при помощи измерительной линейки, которая была прикреплена к корпусу аппарата.

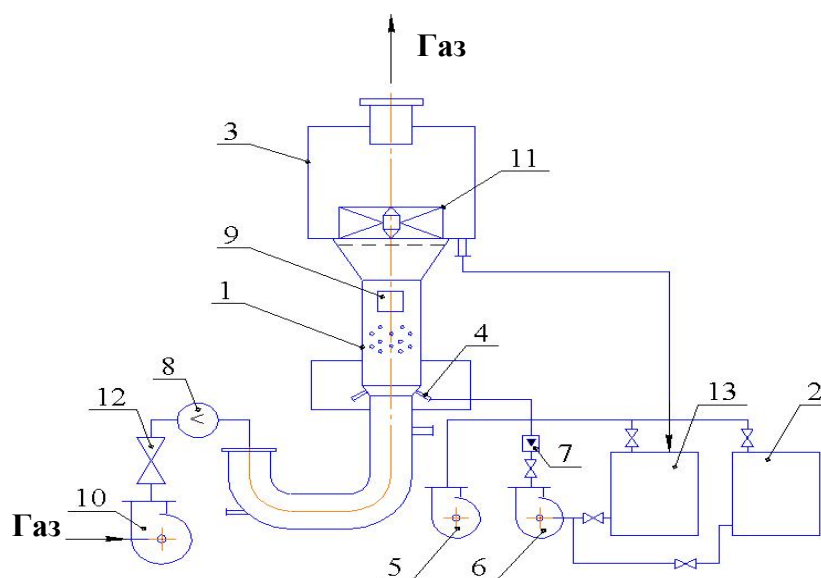


Рис.1. Схема лабораторной установки: 1-колонна; 2-бак-сборник; 3-расширитель; 4-ороситель; 5 и 6-насос; 7-ротаметр; 8-диафрагма; 9-смотровое окно; 10-газодувка; 11-завихритель; 12-шибер; 13-бак.

Для определения поля распределения капельной жидкости по поперечному сечению и по высоте сепарационной части аппарата использован специальный прибор. Скорость воздуха поддерживали в пределах $10 \div 12$ м/с, что обеспечивало равномерное распределение газа. Высоту светлого слоя жидкости варьировали в пределах от 35 мм до 75 мм.

Замеры газонаполнения выполняли через каждые 5 мм с помощью специального прибора. Исследованию подвергали водовоздушные смеси с содержанием ПАВ до 3% с температурой воды $30-60^\circ\text{C}$. Отдельные результаты экспериментов приведены на рис. 2 и 3. Гидродинамика газожидкостного слоя может быть охарактеризована соотношением кинетической энергии газа \mathcal{E}_k и потенциальной энергии жидкости $\mathcal{E}_п$ – энергии противодействия.

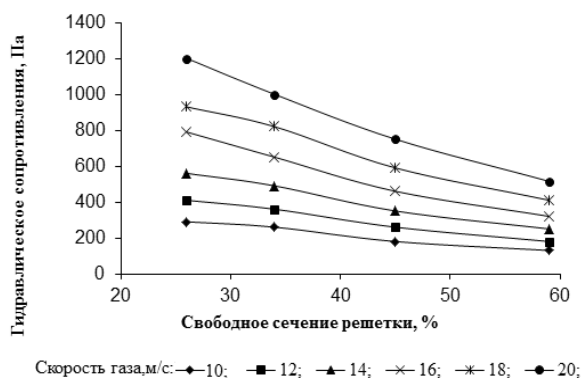


Рис. 2. Зависимость гидравлического сопротивления «сухой» неорошаемой решетки сетчатого типа от свободного сечения решетки.

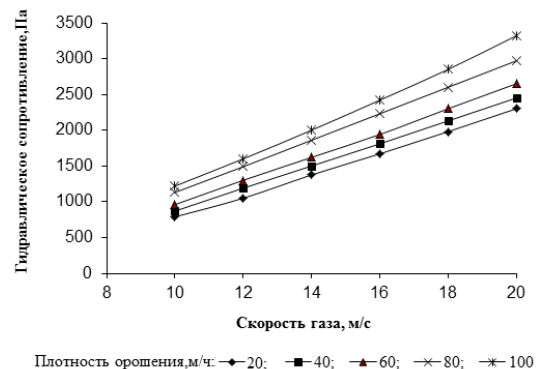


Рис.3. Зависимость гидравлического сопротивления от скорости газа при различных значениях плотности орошения.

При высоких значениях плотностей орошения 80-100 м³/м²час (м/ч) и высоте статического слоя насадки 200-250 мм наблюдается небольшой провал жидкости на отдельных локальных участках, главным образом в пристенных областях. Нами предлагается назвать этот режим струйно-капельным.

При Эк>>Эп наступает вторая стадия струйно-брызгового режима. Жидкость рассеивается на мелкие капли, возникает заметный унос. Газ представляет собой сплошную среду, жидкость дисперсную. Наблюдается равномерное распределение газожидкостного потока в рабочем сечении аппарата. Жидкость, в основном, находится в виде небольших капель и брызг. Естественно, источником энергии, обеспечивающим соответствующую гидродинамическую обстановку в аппарате, является поток газа. Здесь роль подвижной насадки сводится к переносу и трансформации кинетической энергии газа. Движущиеся элементы насадки, сталкиваясь с отдельными газожидкостными струйками, передают им столкновения, тем самым способствуя их коаленсации, рассредоточению и обновлению поверхности контакта фаз. При скорости более 15 м/с энергия газового потока затрачивается на преодоление движения слоя насадки, рассредоточение жидкости на струи, капли и брызги, но главным образом, на транспорт жидкости с обновлением поверхности контакта.

Одним из возможных факторов, объясняющих высокую интенсивность массопередачи и задержки частиц практически во всех типах конструкций аппаратов с подвижной насадкой (ПН), является возрастание удерживания жидкости, что, в свою очередь, приводит к увеличению межфазной поверхности «газ-жидкость». Кроме того, количество удерживаемой жидкости (КУЖ) определяет многие гидродинамические факторы, и в значительной мере влияет на процесс пылеулавливания. Для примера на рис. 4 показана зависимость КУЖ от скорости газа при различных плотностях орошения без насадки. Как видно из рисунки, рост скорости газа приводит к понижению КУЖ.

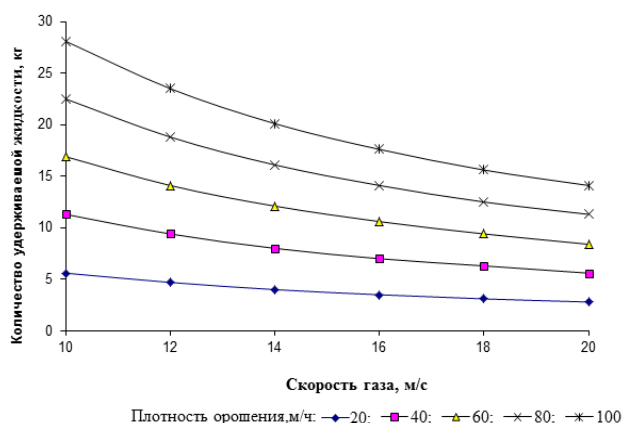


Рис.4. Зависимость количества удерживаемой жидкости от скорости газа при различных плотностях орошения без насадки.

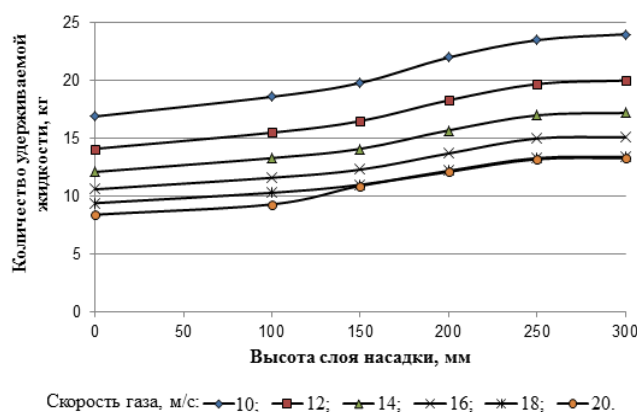


Рис.5. Зависимость количества удерживаемой жидкости от высоты слоя насадки при различных значениях скорости газа.

С ростом высоту слоя насадки растет КУЖ, (см. рис. 5), что служит росту эффективности очистки.

При расчете КУЖ прямоточного аппарата с подвижной насадкой принимали следующие допущения: 1. Движение фаз в отверстиях кольцевой насадки – слоистое. Жидкость по сечению рабочей зоны аппарата распределена в виде брызг капель, а на поверхностях насадки – в виде тонких пленок, причем толщина пленки определяется, в основном, скоростью газа по сечению;

2. Потеря напора на поверхности раздела фаз за счет трения равна нулю;

3. Статическое давление в любой точке сечения аппарата, поперечного к потоку, имеет постоянное значение.

Тогда, с учетом принятых допущений, уравнение статических давлений в точке можно записать в следующем виде:

$$\Delta P_{ж} = \Delta P_{г}. \quad (1)$$

С учетом общей высоты аппарата L

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\Delta P_{ж}}{L} - g\rho_{ж} = \frac{\Delta P_{г}}{L} - g\rho_{г}, \quad (2)$$

где ΔP – потеря давления, Па; L – высота рабочей зоны аппарата, м; g – ускорение силы тяжести, м²/с; ж, г – индексы жидкой и газовой фаз.

Потеря напора каждой фазы может быть выражена через характеристики насадки и потока. Известно, что потеря напора при движении однофазной – среды определяется по формуле:

$$\frac{\Delta P}{L} = K_1 \mu U_0 \frac{4}{9\varepsilon D_3^2} + K_2 \rho U_0^2 \frac{2}{3\varepsilon^2 D_3^2}, \quad (3)$$

где K_1 и K_2 – константы; ε – порозность насадки; μ – вязкость, Па.с;

U_0 – линейная скорость в расчете на полное сечение аппарата, м/с; D_3 – эквивалентный диаметр отверстий, м.

Значение D_3 вычисляется по формуле:

$$D_3 = \frac{2(1-\varepsilon)}{3D_3\varepsilon}, \quad (4)$$

где D_H – эквивалентный диаметр насадки, определяемый по формуле:

$$D_H = 6/S_H, \quad (5)$$

здесь S_H – поверхность насадки в единице объема, 1/м³.

С учетом (3) уравнение (2) можно преобразовывать в следующем виде:

$$\frac{\Delta P}{L} = X_{ж} \frac{\Delta P_{ж}}{L} + (1 - X_{ж}) \frac{\Delta P_{г}}{L} - g\rho_{см}, \quad (6)$$

где $X_{ж}$ – количество удерживаемой жидкости; $\rho_{см}$ – плотность газожидкостного потока;

$$\rho_{см} = X_{ж}\rho_{ж} + (1 - X_{ж})\rho_{г}. \quad (7)$$

Выражая уравнение (7) через $X_{ж}$, получим

$$X_{ж} = \frac{\Delta P - \Delta P_{г}}{\Delta P_{ж} - \Delta P_{г}}. \quad (8)$$

Таким образом, выведена формула, позволяющая определить КУЖ в зависимости от энергетических затрат. Важным параметром, характеризую-

щим состояние трехфазного проточного подвижного слоя, связанным с высотой слоя и задержкой жидкости, является газонаполнение. От газонаполнения зависит величина удельной поверхности контакта фаз в динамическом слое аппарата с ПН. Поэтому нами проведено экспериментальное исследование по выявлению влияния на газонаполнение таких параметров, как скорость газа в аппарате, плотность орошения и объем (высота статического слоя) насадки.

Скорость воздуха в свободном сечении колонны меняли от 10 до 20 м/с, плотность орошения – от 20 до 100 м³/м²ч, условную высоту статического слоя кольцевой насадки – от 100 до 250 мм. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Газонаполнение слоя насадки – есть отношение объема, занятого находящимся в слое газом V_{Γ} , к общему объему слоя $V_{\text{общ}}$:

$$\varphi = \frac{V_{\Gamma}}{V_{\text{общ}}} = \frac{V_{\text{общ}} - V_{\text{ж}} - V_{\text{Н}}}{V_{\text{общ}}} = 1 - \frac{V_{\text{ж}} - V_{\text{Н}}}{V_{\text{общ}}}. \quad (9)$$

Если принимать, что газовая фаза представляет пузыри со средним диаметром d_n , тогда объем газового слоя можно определить по формуле

$$V_{\Gamma} = n_n \frac{\pi d_n^3}{6} = 0,523 d_n^3 \cdot n_n, \quad (10)$$

где n_n - число пузырей, d_n - диаметр пузыря.

Если в газожидкостной системе жидкость распределена в виде капель, то объем газовой фазы можно определить по формуле:

$$V_{\Gamma} = V_{\text{общ}} - n_k \frac{\pi d_k^3}{6} = V_{\text{общ}} - 0,523 d_k^3 n_k, \quad (11)$$

где n_k - число капель в слое; d_k – средний диаметр капель.

Объем общего барботажного слоя определяется из выражения

$$V_{\text{общ}} = H F_{\text{сл}}, \quad (12)$$

где H – высота слоя, в нашем случае высота рабочей зоны аппарата; $F_{\text{сл}}$ – площадь сечения слоя.

Объем насадки, занятый слоем кольцевой насадки, определяется по формуле:

$$V_{\text{Н}} = \frac{\pi d_{\text{Н}}^3 \cdot h_{\text{Н}}}{4} \cdot n_{\text{Н}}, \quad (13)$$

где $d_{\text{Н}}$ – диаметр кольцевой насадки; $h_{\text{Н}}$ – высота насадки; $n_{\text{Н}}$ – количество насадок.

Объем жидкости определяется по формуле

$$V_{\text{ж}} = \frac{G_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}}, \quad (14)$$

где $G_{\text{ж}}$ – масса задержанной жидкости; $\rho_{\text{ж}}$ - плотность жидкости.

Для случая $d_{\text{Н}} \approx h_{\text{Н}}$ формулу можно написать в следующем виде

$$V_{\text{Н}} = 0,785 d_{\text{Н}}^3 n_{\text{Н}}. \quad (15)$$

Подставляя зависимости (11)-(15) в (9), получим

$$\varphi = 1 - \frac{0,523 d_{\text{Н}}^3 n_{\text{Н}}}{H F_{\text{сл}}}. \quad (16)$$

Полученная формула (16) дает возможность определить значение газонаполнения в зависимости от параметров слоя насадки.

Сравнительный анализ опытных и расчетных значений газона-

полнения показывает, что средняя ошибка формулы (16) составляет 4-7%.

В третьей главе диссертации «Исследование осаждения аэрозольных частиц в пылеулавливающем аппарате с коленчатым вводом запыленного газа» описаны результаты исследования процессов осаждения аэрозольных частиц в пылеулавливающем аппарате с коленчатым вводом газа.

В модельной пыли – дыма от сгорания резины доля – субмикронных частиц с размером менее 1 мкм составляет около 50%. При исследованиях по определению эффективности улавливания модельной пыли скорость газового потока меняли в пределах и $15 \div 20 \text{ м/с}$, плотность орошения – в диапазоне $2,8 - 14 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$. Зависимость эффективности очистки от скорости приведена на рис. 6.

Как видно из графика, с увеличением скорости газа наблюдается рост эффективности очистки. Однако, при скоростях $15 \div 17 \text{ м/с}$, эффективность находится в пределах 80%. С дальнейшим увеличением скорости до $19 \div 20 \text{ м/с}$, эффективность достигает $90 \div 92 \%$. Из экспериментальных данных видно, что при плотностях орошения $2,8 \div 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ эффективность улавливания растет стабильно, а при плотности более $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ наблюдается резкое увеличение эффективности улавливания.

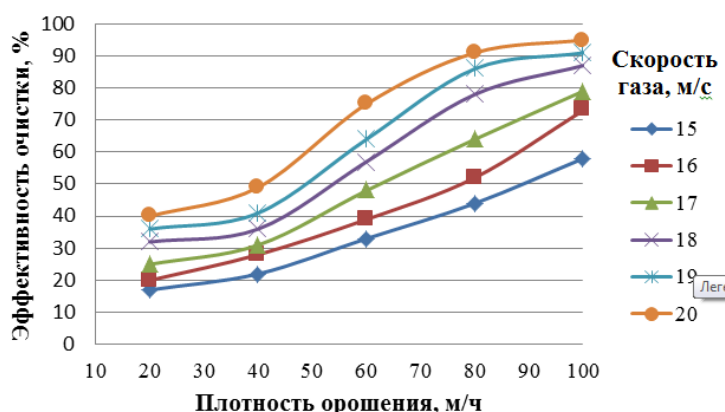


Рис. 6. Зависимость эффективности улавливания модельной пыли от скорости газа при значениях плотности орошения ($L \cdot 10^3, \text{ м/с}$).

Следующий график (рис.7) показал, что максимальная эффективность улавливания 95% достигается при энергетическом затрате 5,4 кПа.

Зависимость эффективности улавливания модельной пыли от скорости газа при плотности орошения $L=60 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$, с коэффициентом корреляции $K=0,98$, имеет такую формулу:

$$\eta = 9,6 \cdot 10^{-3} U^{3,21}. \quad (17)$$

Степень улавливания мелкодисперсных частиц от плотности орошения при скорости газа 17 м/с можно описывать эмпирической зависимостью, с коэффициентом корреляции $K=0,98$, в следующем виде:

$$\eta = 0,99 L^{1,3}. \quad (18)$$

Формула, обобщающая формул (18) и (19), с коэффициентом корреляции $K=0,97$, имеет вид:

$$\eta = 0,651U^{1,61}L^{0,36}. \quad (19)$$

Зависимость эффективности улавливания мелкодисперсных частиц от высоты статического слоя насадки при оптимальных значениях технологических параметров, с коэффициентом корреляции $K=0,99$, описывается следующей формулой:

$$\eta = e^{2,95H^{0,29}}.$$

Полученная эмпирическая формула с коэффициентом корреляции $K=0,97$, описывающая зависимость эффективности улавливания частиц от гидравлического сопротивления аппарата, имеет следующий вид:

$$\eta = 0,03142\Delta P^{1,84}.$$

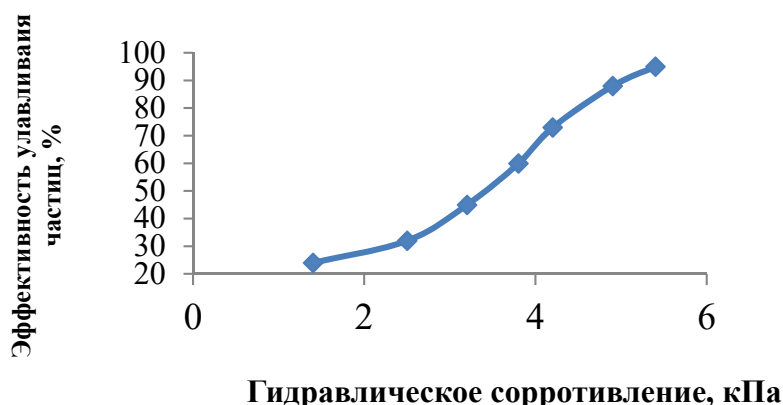


Рис.7. Зависимость корреляции эффективности от улавливания модельной пыли от гидравлического сопротивления при $U=18$ м/с, $L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм

Предложенные формулы в интервале экспериментальных значений служат для определения оптимальных параметров промышленных установок.

В четвертой главе диссертации **«Исследование методов дополнительного воздействия на повышение эффективности улавливания мелкодисперсных аэрозолей»** приведены результаты исследования методов дополнительного воздействия на повышение эффективности улавливания мелкодисперсных аэрозолей. Представленная в совокупность теоретических и экспериментальных данных однозначно показывает, что разработанная нами прямооточный пылеулавливающий аппарат с коленчатым патрубком ввода газа является наиболее эффективным устройством для улавливания мелкодисперсных аэрозолей, способный функционировать с влажными слипающимися кристаллизующимися аэрозолями. Процесс улавливания в аппарате проходит с использованием инерционно-турбулентного механизма и имеет место турбулентная коагуляция частиц, повышающая общую эффективность улавливания аэрозолей. Однако, как показывает эксплуатационный опыт, зачастую этого эффекта оказывается недостаточно для получения необходимой степени улавливания аэрозолей с размеров менее 1 мкм.

Для повышения эффективности улавливания аэрозолей с размером менее 1 мкм использованы такие методы дополнительного воздействия, как

утилизации тепла газового потока и впрыскивание воды в газопоток.

Полученные результаты в виде графической зависимости эффективности улавливания модельной пыли – дыма, выделяющейся при сгорании резины, от температуры орошаемой воды приведены на рис. 8.

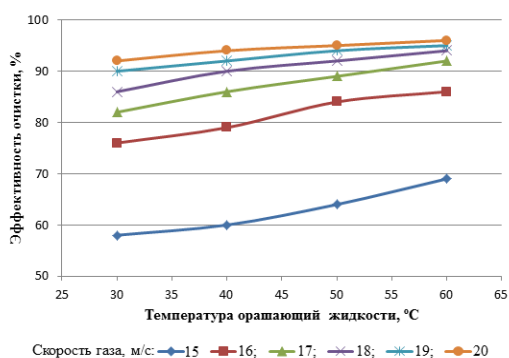


Рис.8. Зависимость эффективности улавливания модельной пыли от температуры орошающей жидкости при различных скоростях газа ($L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм).

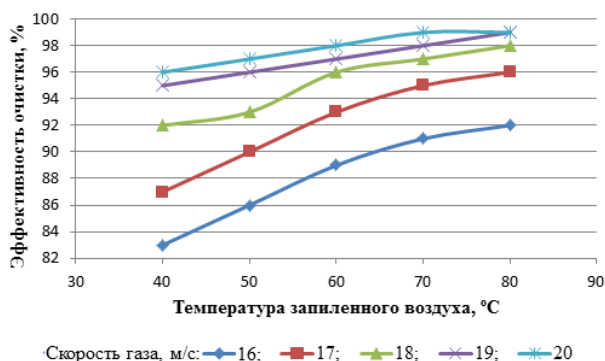


Рис.9. Зависимость эффективности улавливания модельной пыли с впрыском воды от температуры запыленного воздуха при различных скоростях газа ($L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм).

Точки на графике при температуре 30°C построены по данным, полученным при комнатной температуре, т.е. без нагрева, что облегчает сравнения результатов исследований. Из графика видно, что нагрев воды, подаваемой на орошение, приводит к росту эффективности улавливания субмикронных аэрозолей. Это наглядно видно тогда, когда эффективность составляет менее 90 %, например, при скорости газа 17 м/с эффективность без нагрева составила 82%, с нагревом до 60 °C эффективность выросла на 10 % и достигла значения 92%. Однако при скорости 20 м/с рост эффективности составляет всего 4% и достигает 96 %. Нагревание орошающей жидкости при очистке запыленного газа, приводит к уменьшению коэффициента поверхностного натяжения газ-жидкость, что в свою очередь приводит к росту сил молекулярного захвата и эффективности очистки.

Результаты опытов показывают (рис. 9), что метод впрыска струи воды в газопоток высокотемпературного воздуха с помощью форсунки тонкого распыла позволил получить высокую эффективность очистки от субмикронных частиц в комбинации пылеулавливающего аппарата с витающей насадкой с коленчатым патрубком ввода газа. Это явление можно объяснить тем, что при подаче жидкости происходит испарение капель и насыщение газа. По-видимому, аэрозоли выступают в роли ядер, и служат для укрупнения частиц субмикронного размера. Таким образом, явление испарения капель жидкости и конденсации паров в среде твердых частиц играет одинаковую роль в укрупнение частиц. При этом необходимо добиться тонкого распыла жидкости и насыщения газа до необходимого уровня. Перенасыщение газа также не дает желаемого результата.

Для получения высокой эффективности очистки субмикронных частиц, особое значение имеет скорость газа. Как видно из графиков (рис. 9), при

скоростях, не превышающих 18 м/с, эффективность очистки находилась в пределах 96% даже с использованием явления укрупнения частиц с впрыском воды в газопоток высокотемпературного воздуха.

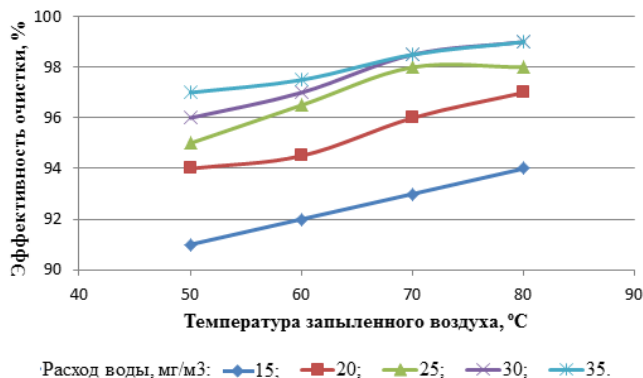


Рис.10. Зависимость эффективности улавливания пыли с впрыском воды от температуры запыленного воздуха при различных значениях расхода воды $L=14 \cdot 10^{-3}$ м/с, $H_{ст}=150$ мм, $U=19$ м/с.

При скоростях более 18 м/с, при сохранении значений всех остальных параметров процесса, эффективность очистки (рис.10) достигает 99%. Таким образом, можно сделать вывод, что высокая турбулентность потока положительно влияет на укрупнения частиц, происходящего со впрыском воды в газопоток. При проведении испытаний наблюдали повышение температуры воды до 45-52 °С за счет тепла нагретого газа. Это обстоятельство также положительно повлияло на рост эффективности очистки.

Прямоточный пылеулавливающий аппарат с коленчатым патрубком ввода газа прошел промышленное испытание в литейном производстве центрального ремонтно-механического завода Алмалыкского горно-металлургического комбината. Пылеулавливающий аппарат установили в аспирационной системе АС-2 для очистки воздуха от пыли, выделяющейся в ленточном конвейере ЛК-12. Данная система была оснащена пылевыми камерами, степень улавливания пыли данного аппарата составляет 30-40%. В аспирационной системе АС-2 производительность вентилятора составила 44153 м³/ч, запыленность воздуха на входе пылевой камеры – 5,671 г/нм³, на входе – в пределах 3,4 г/нм³.

Пылеулавливающий аппарат с производительностью 35000 м³/час подключили на линии выхода газа после пылевых камер. В промышленных условиях проводили испытания аппарата по определению оптимальных рабочих параметров и влияния увлажнения и охлажденных газов на эффективность очистки.

Исследование по определению эффективности очистки проводили при скоростях газа в рабочей зоне аппарата 16 ÷ 20 м/с, при плотности орошения $7,4-14 \cdot 10^{-3}$ м/с. В экспериментах использовали кольцевые насадки размером 40x40 мм с массой 35 граммов. Перед испытанием определяли содержание и дисперсность частиц очищаемого газа по методике, приведенной в главе 3. Установлено, что концентрация частиц колеблется от 3 г/м³ до 4,2 г/м³ в

зависимости от стадии работы источника пылеобразования. Результаты определения дисперсного состава частиц показывают, что массовая доля частиц менее 1 мкм находится в пределах 21-32%.

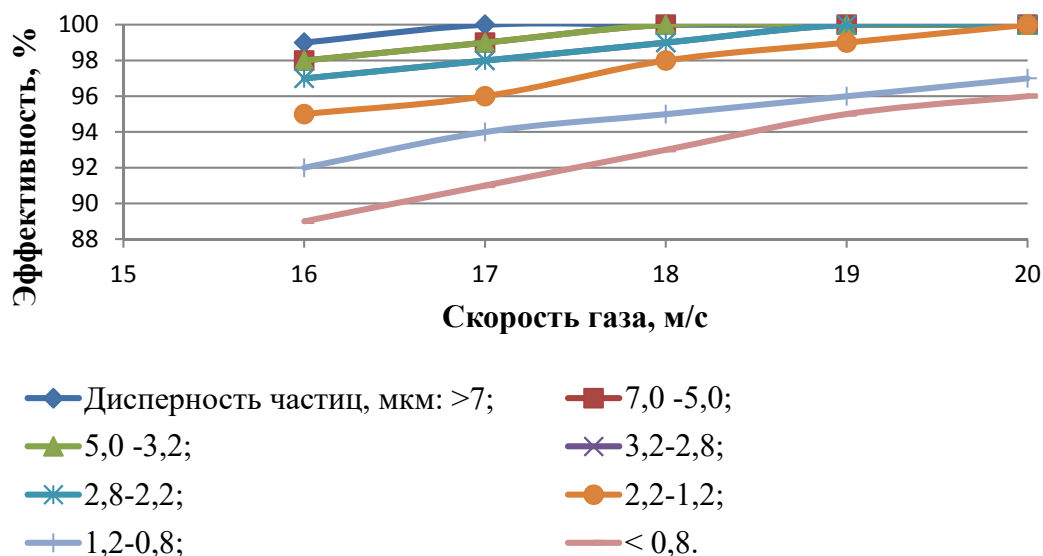


Рис. 11. Зависимость эффективности пылеулавливания от скорости газа при различных значениях дисперсного состава частиц, ($H_{ст} = 200$ мм, $L = 14 \cdot 10^{-3}$ м/с, с впрыском воды).

На рис.11 иллюстрировано изменение эффективности очистки запыленного воздуха в зависимости от скорости газа при различных значениях дисперсного состава частиц с впрыском воды, откуда следует, что при размерах частиц более 7 мкм, в пределах 7-5 мкм, 5-3,2 мкм, 3,2-2,8 мкм, 2,2-1,2 мкм эффективность очистки достигает 100%, а при значениях размера частиц 1,2-0,8 и <0,8 мкм степень очистки составляет порядка 96-97%.

Разработанный пылеулавливающий аппарат подвижной насадкой с коленным вводом газа принят к внедрению на ремонтно-механическом заводе Алмалыкского горно-металлургического комбината. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения одного пылеулавливающего аппарата в аспирационной системе АС-2 для очистки воздуха от пыли, выделяющейся при транспортировке сырья на ленточном конвейере ЛК-12, составляет 62 018 300 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании теоретических и экспериментальных исследований по определению факторов, влияющих на гидродинамические параметры процесса пылеулавливания, с учетом конструктивных особенностей и гидравлических параметров нового прямого аппарата с коленчатым вводом газа были сформулированы следующие общие выводы:

1. Определена зависимость гидравлического сопротивления аппарата с коленчатым вводом газа от рабочих параметров и существование двух

гидродинамических режимов в прямооточных аппаратах с подвижной насадкой струйно-капельной и струйно-брызговой.

2. Установлено влияние параметров газожидкостного и насадочного слоя на значения газосодержания и количества удерживаемой жидкости. Полученные уравнение позволяет определить гидродинамических параметров в зависимости от энергетических затрат прямооточного аппарата скаленной.

3. Разработана математическая модель движения частиц в цилиндрической системе координат в зависимости от технологических параметров трехфазного газожидкостного слоя. Система уравнений позволит находить координаты частиц различного размера в радиальном и осевом направлении за время пребывания в рабочей зоне.

4. Проведен компьютерный эксперимент и это позволяет определить оптимальные значения рабочих параметров процесса пылеулавливания и высоты рабочей зоны прямооточного аппарата, соответствующие максимальным значениям эффективности осаждения частиц субмикронного размера.

5. Получены эмпирические уравнения по определению степени очистки пылеулавливающего аппарата, их адекватность подтверждена экспериментальным путем.

6. Определена зависимость эффективности улавливания модельной пыли в широком диапазоне варьирования технологических параметров и разработана высокоэффективная и энергосберегающая устройство для очистки запыленных газов и получен патент (№ IAP 03839, 12.12.2008г.) на изобретения.

7. Экспериментальным путем определено влияние методов дополнительного воздействия на повышение эффективности очистки частиц субмикронного размера и достигнута, глубокая очистка высокотемпературного запыленного газа с использованием метода впрыска воды в газопоток с эффективностью до 95-98%.

8. Предложены рекомендации по выбору технологической схемы пылеулавливания с применением аппарата с коленчатым вводом газа, в зависимости от температуры запыленного газа и дисперсного состава частиц.

**ONE-TIME SCIENCE COUNCIL BASED ON SCIENCE COUNCIL
DSc.27.06.2017.T.03.02 ON AWARDING ACADEMIC DEGREES AT THE
TECHNICAL UNIVERSITY OF TASHKENT**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

RAKHMONOV UKTAM KAMOLOVICH

**DEVELOPING AN EFFECTIVE APPARATUS FOR FINE CLEANING OF
AIR FROM HIGH-TEMPERATURE AND STRONG COHERENT
AEROSOLS**

**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 – 2020

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 №B2017.1.PhD/T36.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council (www.tdtu.uz) and Information and Educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:	Rakhmonov Toyir Zoyirovich Dotor of technical sciences, associate professor
Official opponents:	Muhiddinov Djalaliddin Nasirovich Doctor of technical sciences, professor
	Avazov Yusuf Shodiyevich PhD on technical sciences, associate professor
Leading organization:	Tashkent Institute of Chemical Technology

Defense of dissertation will take place in “__” __ 2020 at __ o'clock at a meeting of the meeting scientific council DSc.27.06.2017.T.03.02 at the Tashkent state technical university (Address: 100095, Tashkent, str. University-2. tel.: (99871)246-46-00; fax:(99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of the Tashkent State Technical University (registration number __). Address: 100095, Tashkent, str. University-2. tel.: (99871)246-03-41.

The abstract of the dissertation has distributed on “__” __ 2020 year.
Protocol at the register № __ dated “__” __ 2020 year.

N.R. Yusupbekov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor, academic

U.F. Mamirov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
PhD on technical sciences

H.Z. Igamberdiev
Chairman of the scientific seminar of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor, academic

INTRODUCTION (Abstract of the thesis of Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the research work is to develop a highly efficient wet dust collector for deep cleaning of industrial gas emissions from aerosols.

The object of research.

problems associated with factors related to effective cleaning of fine aerosols, determination of fractional composition of model and industrial dust; the development, calculation and creation of less energy-intensive and highly efficient dust collectors with a movable nozzle.

The scientific novelty of the research is as follows:

the factors affecting the energy costs of a three-phase gas-liquid layer have been determined, taking into account the design features and hydraulic parameters of a new flow-through apparatus with a cranked injection of dusty gases;

a mathematical model of the movement of dispersed particles in a gas-liquid layer was developed and an algorithm for calculating the efficiency of the process of deposition of fine particles manufactured;

empirical formulas have been created that allow to determine the gas filling and the amount of liquid retained depending on the energy consumption of a flow device with a movable nozzle;

an equation to determine the efficiency of dust collection apparatus with a cranked input of dusty gases was manufactured;

a device has been developed that can clean mechanical particles smaller than one micron in size with an efficiency of 95-98%;

a new, effective dust removal device for deep cleaning of industrial air from aerosols, which has a hydraulic resistance of 20-25% lower than devices of this type has been developed.

Implementation of the research results.

Based on the obtained scientific results on improvement of devices for effective capture of industrial gas emissions from fine particles and reduction of their harmful impact:

the patent of the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan for the device for dust gas cleaning (№ IAP 03839, 12.12.2008) was obtained. The developed device ensures deep purification of industrial gases from fine-dispersed aerosols with low energy consumption;

the developed dust-collecting device with crankshaft gas inlets are implemented in the repair and mechanical plant of the Almalyk mining and metallurgical plant (Reference of the JSC "Almalyk mining and metallurgical plant" №04-04168 dated July 6, 2019). A new device has been developed capable of cleaning mechanical particles smaller than one micron with an efficiency of 95-98% and 20-25% lower hydraulic resistance than devices of this type.

The structure and scope of the thesis. The dissertation thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion and addendum. The dissertation contains 111 pages of type written text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Часть I; Part I)

1. Рахмонов У.К. Исследование методов дополнительного воздействия на повышение эффективности улавливания мелкодисперсных аэрозолей // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». Ташкент., 2011, №6. – С.12-15. (02.00.00; №10).

2. Рахмонов Т.З., Салимов З.С., Рахмонов У.К., Ниязметов Б.И. Анализ функциональных возможностей многофазных турбулентных потоков в системах очистки пылевых и газовых выбросов // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2012, №1-2. –С.120-122. (02.00.00, №11).

3. Рахмонов У.К. Исследования процесса осаждения мелкодисперсных частиц в аппарате с подвижной насадкой // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». Ташкент, 2015, №2. -С.48-51. (02.00.00; №10).

4. Рахмонов У.К., Мирзарахимов М.С., Жумаева Г.К. Теоретические исследования оптимальных рабочих катталиков пылеулавливающего аппарата с U-образным вводом газа // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». Ташкент, 2015, №6. -С.16-21. (02.00.00; №10).

5. Рахмонов У.К., Жумаева Г.К., Рахмонов К.Т. Разработка методов и рекомендаций по использованию нового пылеулавливающего аппарата в технологических схемах очистки промышленных выбросов от аэрозолей // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2016, №2. –С 179-185. (02.00.00; №11).

6. Rakhmonov U.K., Rakhmonov T.Z. Study of the process of deposition of fine particles in the apparatus with a movable nozzle. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Austrian, №11-12, 2016, – P. 78-81. (02.00.00; №2).

7. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Экспериментальные исследования пылеулавливающего аппарата с подвижной насадкой по очистке газовых выбросов от аэрозолей // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». Ташкент, 2017, №2. - С.34-42. (02.00.00; №10).

8. Рахмонов У.К., Рахмонов К.Т. Определение основных рабочих характеристик пылеулавливающего аппарата путем применения современной компьютерной техники и программных комплексов // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2017, №4. –С. 46-52. (02.00.00; №11).

9. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Исследование количества удерживаемой жидкости пылеулавливающего аппарата с U-образным вводом запыленного газа // Фан ва технологиялар тараққийети Бухоро муҳандислик-технологиялар институти. Бухоро, 2018, №3. –С. 5-12. (02.00.00; №4).

10. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К., Исмаилов О.Ю., Хурмаматов А.М. Исследование гидродинамических параметров пылеулавливающего аппарата // *Узбекский химический журнал*. –Т, 2018, №5. –С.35-44. (02.00.00, №6).

11. Рахмонов Т.З., Салимов З.С., Мухаммедов Б.И., Рахмонов У.К., Юлдашев Н.Х.Чангли газларни тозалаш курилмаси // *Ўзбекистон Республикаси патенти №IAP 038039* // *Расмий ахборотнома*. 2008. – №4.

II бўлим (Часть II; Part II)

12. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Исследование седиментационных характеристик пыли прядильно-ткацкой фабрики // *Вестник ТашГТУ*. Ташкент, 2005, №1. –С.166-169. (02.00.00, №11).

13. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Исследование улавливания субмикронных аэрозолей // *Узбекский химический журнал*. Ташкент, 2006, №2. –С.45-49. (02.00.00, №6).

14. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Определение концентрации взвешенных частиц в промышленных газах // *Вестник ТашГТУ*. Ташкент, 2007, №3. –С.119-122. (02.00.00, №11).

15. Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Измерение дисперсного состава промышленных пылей // *Вестник ТашГТУ*. Ташкент, 2007, №4. – С.114-117. (02.00.00, №11).

16. Салимов З.С., Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Улавливание аэрозолей диоктилфтолата в аппарате мокрой очистки // *Инновация-2006: Материалы межд. науч. конф.* Ташкент, 2006. – С. 125-126.

17. Рахмонов У.К., Рахмонов Т.З., Мухамедов Б.И. Механизмы осаждения субмикронных частиц на капли// *Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», 2-3 октября Ташкент, 2007.* –С. 128-130.

18. Рахмонов У.К., Рахмонов Т.З., Фозилова Ф. Исследование гидродинамического сопротивления тарелки с псевдооживленной насадкой // *Инновация-2007: Матер.межд. науч. конф.* Ташкент, 2007. –С. 150-151.

19. Рахмонов У.К., Мартънюк Е.В., Рахмонов Т.З. Исследование улавливания субмикронных частиц // *Инновация-2007: Матер.межд. науч. конф.* Ташкент, 2007. –С. 209-210.

20. Рахмонов У.К., Рахмонов Т.З., Салимов З.С., Абдраймов С.Ж. Исследование улавливания субмикронных аэрозолей // *Цивилизация и глобализация духовных ценностей народов Средней Азии и Казахстана: Матер.межд. науч.- прак. конф.* –Шымкент. 2007. – С. 352-357.

21. Рахмонов Т.З., Мирзарахимов М.С., Рахмонов У.К. Моделирование траектории капель в закрученном потоке // *Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Матер. Респ. науч.-техн. конф.* Ташкент, 2008. – С. 284-288.

22. Мирзарахимов М.С., Рахмонов Т.З., Рахмонов У.К. Осаждение субмикронных частиц на капли // *Достижения и перспективы комплексной*

химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч.-техн. конф. Ташкент, 2008. – С. 288-290.

23. Рахмонов У.К. Инерционно турбулентный механизм осаждения аэрозолей // Современные проблемы газовой и волновой динамики: Матер. межд. конф. Москва. 2009. – С. 83-84.

24. Рахмонов У.К., Рахмонов Т.З. Гидравлическое сопротивление опорной решетки ситчатого типа аппарата с подвижной насадкой// Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации: Сб. научных трудов (часть 1) Межд. науч.-прак. конф., 22-24 сентября Ташкент, 2010. – С. 38-40.

Автореферат “Техника фанлари ва инновация” журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84^{1/16}. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 20.

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