

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**ЭРГАШЕВ НАСИМБЕК АХМАДЖОНОВИЧ**

**ҲЎЛ УСУЛДА ЧАНГ УШЛОВЧИ ВА ГАЗ ТОЗАЛОВЧИ АППАРАТНИ  
ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТИДА ҚЎЛЛАШНИНГ ИЛМИЙ-ТЕХНИК  
АСОСЛАРИ**

**02.00.16 - Кимё технологияси ва озик-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 доктори философии (PhD)**  
**Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Эргашев Насимбек Ахмаджонович**

Хўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи  
аппаратни ишлаб чиқариш шароитида  
қўллашнинг илмий-техник асослари .....3

**Эргашев Насимбек Ахмаджонович**

Научно-технические основы использования  
в промышленности аппарата для мокрого  
пылеулавливания и газоочистки .....21

**Ergashev Nasimbek Axmadjonovich**

Scientific and technical bases of industrial  
use of the device for wet dust collection  
and gas cleaning .....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**  
**List of published works .....42**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**ЭРГАШЕВ НАСИМБЕК АХМАДЖОНОВИЧ**

**ҲЎЛ УСУЛДА ЧАНГ УШЛОВЧИ ВА ГАЗ ТОЗАЛОВЧИ АППАРАТНИ  
ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТИДА ҚЎЛЛАШНИНГ ИЛМИЙ-ТЕХНИК  
АСОСЛАРИ**

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

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/Т403 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Фаргона политехника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) ҳамда «Ziyonet» ахборот-таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Алиматов Баходир Абдуманнонович</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Абдуллаев Алишер Шоназарович</b> техника фанлари доктори, доцент <b>Худойбердиев Абсалом Абдурасулович</b> техника фанлари доктори, к.и.х.
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат</b> <b>техника университети</b>

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг «25» 08 2021 йил соат «12<sup>00</sup>» даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси, 32-уй. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17; e-mail: [tkti\\_info@edu.uz](mailto:tkti_info@edu.uz). Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (20 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент ш., Шайхонтохур тумани, А.Навоий кўчаси 32-уй. Тел.: (99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2021 йил «13» 08 куни тарқатилди.  
(2021 йил «13» 08 даги № 11 - рақамли реестр баённомаси).



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

**Х.И.Қодиров**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, к.ф.д., доцент

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

## **Кириш (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунё миқёсида саноат корхоналарида ҳосил бўладиган чанг, иккиламчи газлар ва турли чиқиндиларни тозалаш орқали экологик муаммоларни бартараф этувчи усуллар ҳамда аппаратлар ишлаб чиқариш жараёнларига жорий қилинган. Шу билан бирга озик-овқат, кимё, қурилиш материаллари, металлургия саноатларида майда чангли зарралар ва иккиламчи газларни тозалаш ҳамда улардан ишлаб чиқариш жараёнида қайта фойдаланишни йўлга қўйиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда қаттиқ, суюқ ва газсимон заррачаларни ажратиш, атмосферани ифлосланишини камайтириш, озик-овқат, кимё ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноати ва бошқа турдош тармоқларни ривожлантириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада қимматбаҳо маҳсулотларни ажратиб олиш, технология ва аппаратларга салбий таъсир этувчи зарарли моддаларни ушлаб қолиш, технологик жараёни интенсивлаш каби устивор йўналишларга алоҳида эътибор берилмоқда.

Мамлакатимизда охириги йилларда озик-овқат, кимё ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноати чангли ҳавосини, ишлаб чиқариш газларини, турли майда заррачали чиқиндилар ва оқова чиқинди сувларни тозалашнинг технологик жараёни ва аппаратларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг ҳаракатлар стратегиясида «саноатни юқори технологияли тозалаш иншоатлари билан таъминлаш»<sup>1</sup> бўйича вазифалар белгилаб берилган. Бу борада озик-овқат ва кимё саноати чиқиндиларини тозалашнинг янги самарали усул ва аппаратларга ўтказиш орқали янада модернизация ва диверсификация қилиш йўналишида илмий-тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 3 октябрдаги ПҚ-3956-сон «Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида давлат бошқарув тизимини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ № 4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 26 ноябрдаги 958-сон «Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида илмий тадқиқот базасини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ва фармони ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланиши-нинг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва

---

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

технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Чангли газларни ҳўл усулда тозаловчи аппаратларни яратиш, иш режимларини ўрганиш, параметрларини асослаш ва саноатга қўллаш, шунингдек аппарат гидравлик қаршилигининг тозалаш самарадорлиги ҳамда энергия сарфига таъсири бўйича П.А. Коузов, А.И. Пирумов, В.Н. Ужов, А.Ю. Валдберг, Э.П. Теверовский, С.Б. Старк, М.И. Шилаев, А.Я. Тарат, И.Н. Мухленов, В.С. Швйдкй, В.Т. Стефаненко, Ю.В. Страус, Г.М. Инглунд, С. Калверт, Н. Киреда, О.С. Кочетов, А.К. Панов, Р.Р. Усманова, В.С. Жернаков, З.С. Салимов, А.М. Хурмаматов, Б.А. Алиматов ва бошқалар илмий-тадқиқот ишлари олиб борганлар.

Улар томонидан озиқ-овқат, кимё, қурилиш материаллари саноати чангли газлари ва оқова чиқинди сувларни тозалаш борасида филтрлар, такомиллашган усуллар, кимёвий моддалар, технологик жараён ва машина-аппаратлар ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга озиқ-овқат, кимё, пахтани қайта ишлаш ва қурилиш материаллари саноатига мўлжалланган, ихчам, арзон ва экспортбоп чанг тозалаш технологиялари ва машиналарини яратиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

**Диссертация тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Фарғона политехника институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №552 «Quvasoykvars» АЖ хомашё тайёрлаш цехида кварц куми ва доломит чангини атмосферага чиқишини олдини олишда инновацион ечимлар» (2015-2020 йй.), НИС-8-18 «Саноатдаги корхоналар-дан чиқаётган чангли ҳавони ҳўл усулда тозаловчи аппаратларни тадқиқ қилиш» ҳўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратни иш параметрларини асослаш ва уни ишлаб чиқариш шароитида қўллашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

чангли газнинг ҳосил бўлиши сабаблари ва атроф-муҳитга таъсирини ўрганиш;

чангли газларни ҳўл усулда тозалаш аппаратларининг замонавий турларини таҳлил қилиш;

чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг конструктив схемасини ишлаб чиқиш;

чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг иш органларидаги маҳаллий қаршилиқ коэффициентларини аниқлаш;

чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг гидравлик қаршилиқларини аниқлаш;

чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппарат гидравлик қаршилигининг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига таъсирини тадқиқ этиш;

тажрибаларга математик режалаштириш усулини қўллаб аппарат параметрларининг мақбул қийматларини асослаш;

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида «Quvasoykvars» АЖ хомашё тайёрлаш цехи ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўладиган кварц қуми ва доломит чанги ҳамда ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппарат олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** аппарат гидравлик қаршилигининг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига таъсирини ифодаловчи аналитик боғланишлар ҳамда унинг техник кўрсаткичлари қаршилик коэффициенти, газ тезлиги, суюқлик сарфи ва контакт элементига боғлиқ равишда ўзгариш қонуниятлари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида гидравлика, гидродинамика, физика, кимё, математик статистиканинг қонун ва қоидалари, экспериментларни математик режалаштириш усуллари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда белгиланган усуллардан фойдаланилди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг конструктив схемаси ишлаб чиқилган;

аппаратда ишчи суюқликни сепувчи штуцер тешигининг қаршилик коэффициенти аниқланган;

аппаратнинг қаршилик коэффициенти контакт элемент паррақлари умумий юзасининг оқим ўтувчи юзага нисбати бўйича аниқланган ва тўғрилаш коэффицентлари киритилган;

аппаратга берилаётган чангли газ тезлиги ва суюқлик сарфига боғлиқ ҳолда гидравлик қаршиликлар аниқланган;

аппарат гидравлик қаршилигининг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига таъсири исботланган;

олинган тажриба натижаларига математик режалаштириш усулини қўллаб аппаратнинг мақбул параметрлари асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

контакт элементи паррақларининг ўрнатилиш бурчагига боғлиқ равишда газ тезлиги ва суюқлик плёнкаси узунлиги аниқланган;

аппаратнинг контакт элементи қаршилик коэффицентини аниқловчи математик тенглама ва коэффицент аниқланган;

ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг конструктив схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижалари-нинг ишончлилиги изланишларнинг замонавий услуб ва ўлчаш воситалари-дан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, уюрмали ҳаракат берувчи аппаратнинг параметрларини назарий жиҳатдан асослашда гидравлика, гидродинамика, физика, кимё, математик статистика услублари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида такомиллаштирилган аппарат тажриба синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи

аппаратда кам энергия сарфлаган ҳолда юқори тозалаш самарадорлигини таъминловчи параметрлар асосланганлиги ҳамда олинган математик моделлар ва аналитик боғланишлардан шу турдаги аппаратларнинг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг иш органларидаги маҳаллий қаршилик коэффиценти ва тенгламаси, улар асосида ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг конструктив схемасини ишлаб чиқилганлиги ва уларни амалиётга қўлланилишига ҳизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратда кам энергия сарфлаган ҳолда юқори тозалаш самарадорлигини таъминлаш бўйича олинган натижалар асосида:

чангли газларни тозалаш усули ва аппарати «Quvasoykvars» АЈ нинг “Хомашё тайёрлаш” цехида кварц куми ва доломит чангини тозалаш учун амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 30.10.2020 йилдаги №02-02/8-1588 сонли маълумотномаси). Натижада кварц куми чангини 99,72 % ва доломит чангини 99,46 % тозалаш имконини берган;

энергиятежамкор чанг ушлаш аппарати «Quvasoykvars» АЈ нинг “Хомашё тайёрлаш” цехида амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 30.10.2020 йилдаги №02-02/8-1588 сонли маълумотномаси). Натижада мавжуд аппаратга нисбатан тозалаш самарадорлиги кварц куми учун 4,46 % ҳамда доломит чанги учун 5,43 % ортганлиги ва сувни 2,5 баробарга кам сарфлаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий конференцияларида маъруза кўринишида баён этилган ҳамда апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, шундан 4 та Республика ва 3 та хорижий журналларда ва 1 та монография нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Асосий матнли материаллари ҳажми 116 бетни ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ТАРКИБИ**

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ҳўл усулда чангли газларни тозалаш аппаратларининг таҳлили**» деб номланган биринчи бобида шу соҳага оид

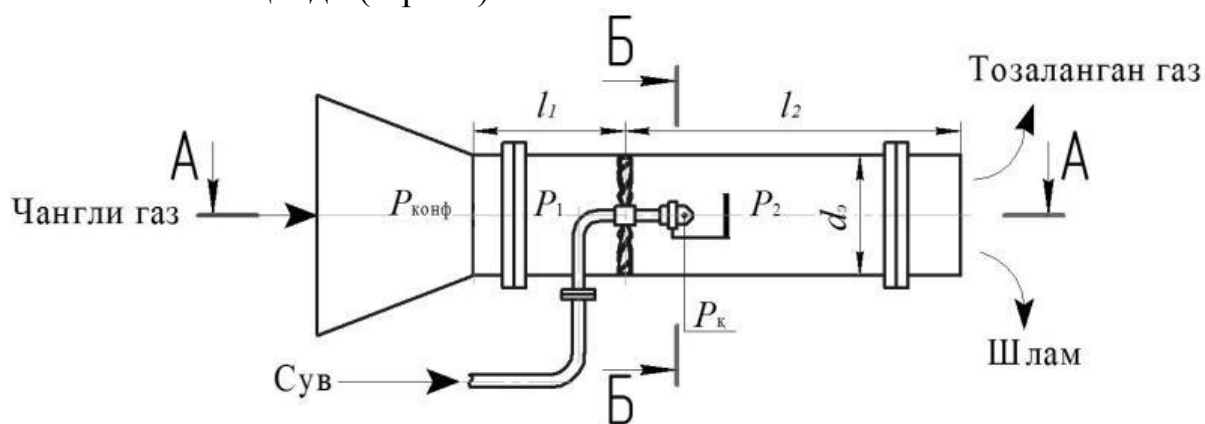


адабиётларда ва илмий тадқиқот ишларида келтирилган аппаратларнинг ишлаш принципи, афзаллиги, камчиликлари атрофлича таҳлил қилинган. Ҳисоблаш методикалари таҳлили асосида гидравлик қаршиликнинг тозалаш самарадорлиги ҳамда энергия истеъмолига таъсири ўрганилган.

Муаммога доир адабиётларни назарий таҳлили ва уларни умумлаштириш ҳамда муаммонинг жорий ҳолатини ўрганиш асосида тадқиқот мақсади ва вазифалари белгиланган. Боб якунида хулосалар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппарат гидродинамикаси**» деб номланган иккинчи бобида аппаратнинг гидравлик қаршилиги, тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолини назарий асослаш учун ишчи суюқликни сепувчи штуцер тешигининг қаршилик коэффиценти, аппарат ишчи органларининг қаршилик коэффиценти, умумий гидравлик қаршилик, гидравлик қаршиликнинг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига таъсири, контакт элемент конструкцияларининг тизмли таҳлилинини ўтказиш ва танлаш, унинг параметрларини назарий асослаш ҳамда намуна учун танланган чангларнинг дисперс таркибининг анализлари ўтказилди.

Гидравлик қаршиликни назарий асослаш мақсадида аппаратни ҳисоблаш схемаси ишлаб чиқилди (1-расм).



**1-расм. Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратни ҳисоблаш схемаси**

Ҳисоблаш схемасининг А-А ва Б-Б кесимидан фойдаланиб қуйидаги ҳисоблаш тенгламалари тузилди.

**А-А кесим бўйича;**

Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг умумий гидравлик қаршилигини  $\Delta P$  қуйидагича ёзиш мумкин, Па:

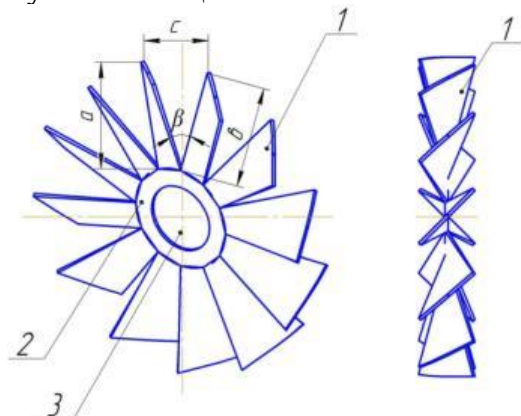
$$\Delta P = P_1 + P_2 \quad (1)$$

бунда:  $P_1$  – чангли газнинг аппаратга кириш патрубкеси ва аппаратда газ оқимига уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементгача бўлган масофадаги гидравлик қаршилик, Па;  $P_2$  – аппаратда газ оқимига уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементнинг гидравлик қаршилиги Па;

$P_1$  ва  $P_2$  аниқлашда мавжуд қонуниятлар ва формулалардан фойдаланилди ва умумий гидравлик қаршиликни аниқловчи қуйидагича ишчи тенглама тузилди, Па:

$$\Delta P = \lambda \frac{l}{d_s} \cdot \frac{v_1^2 \rho_{ap}}{2} + \xi_2 \frac{v_2^2 \rho_{ap}}{2} = \frac{\rho_{ap}}{2} \left( \lambda \frac{v_1^2 l}{d_s} + \xi_2 v_2^2 \right) \quad (2)$$

Аппаратда газ оқимига уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементнинг  $\xi_2$  – қаршилик коэффициентини аниқлаш мураккаб характерга эга ва турли четга чиқишларни талаб этади. Шу сабабли қаршилик коэффициентини контакт элемент (2-расм) парраклари умумий юзасининг оқим ўтувчи юзага нисбати бўйича аниқлаш тенгламаси тавсия этилди.



2- расм. Контакт элементнинг умумий кўриниши.

$$\xi_2 = \Delta k \frac{4\pi R^2}{nab \sin \beta} \quad (3)$$

бунда  $n$  – парраklar сони;  $a, b$  – паррак ён томони узунлиги;  $\beta$  – газ оқими ўтувчи юзанинг қиялик бурчаги;  $\Delta k$  – тўғрилаш коэффициенти бўлиб, уни тажриба йўли билан аниқланади.

Тавсия этилган (3) тенгламани (2) тенгламага қўйсақ, аппаратнинг умумий гидравлик қаршилигини аниқлаш тенгламаси қуйидаги кўринишга келади, Па;

$$\Delta P = \frac{\rho_{ap}}{2} \left( \frac{0.316 v_1^2 l}{d_s \sqrt[4]{Re}} + \Delta k \frac{4\pi R^2}{nab \sin \beta} v_2^2 \right) \quad (4)$$

Ҳосил қилинган (4) тенглама орқали аппаратдаги умумий гидравлик қаршиликни аниқлаш имконига эга бўламиз, Па;

### Б-Б кесим бўйича;

Суюқликнинг умумий гидравлик қаршилиги  $\Delta P_c$  қуйидагича аниқланади, Па:

$$\Delta P_c = P_k + P_{ш} \quad (5)$$

бунда:  $P_k$  – суюқлик оқадиган қувур ичидаги геометрик босим, Па;  $P_{ш}$  – суюқликни штуцер тешигидан оқиб чиқишидаги йўқотилган босим, Па.

Аппаратнинг штуцери тешигидан оқиб чиқадиган суюқликнинг тезлигини аниқлаш мақсадида (5) тенгламага Бернулли қонуни тадбиқ этиб қувурдаги босим  $P_k$  ва штуцер тешигидаги босим  $P_{ш}$  га тенг деб қабул қилинди. У ҳолда (5) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин бўлади,  $\text{кг/м}^3$ ;

$$\rho_c g H = \zeta_{ш} \frac{v_c^2 \cdot \rho_c}{2} \quad (6)$$

Ҳосил қилинган (6) тенгламадан суюқлик тезлигини аниқлаймиз, м/с;

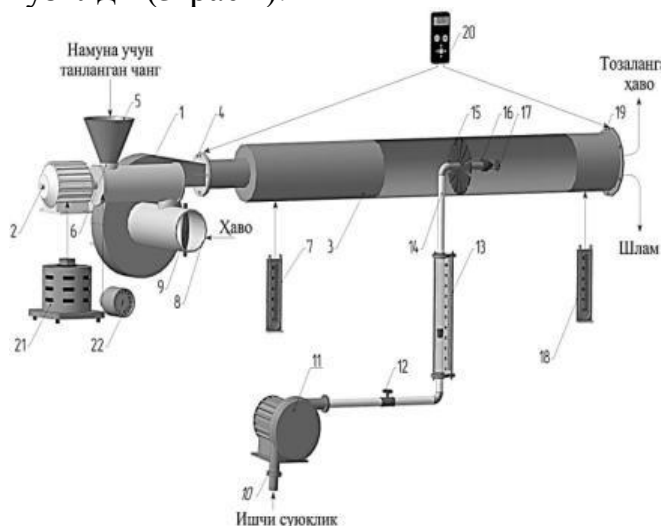
$$v_c = \sqrt{\frac{2(\rho_c g H)}{\rho_c \zeta}} = \sqrt{\frac{2gH}{\zeta}} \quad (7)$$

(8) тенгликдан аппаратнинг штуцери тешигидан оқиб чиқаётган суюқлик сарфини аниқлаш мумкин бўлади,  $\text{м}^3/\text{соат}$ ;

$$Q_c = 3600\pi R^2 v_c \quad (8)$$

Бундан ташқари синов тажрибалари учун чанг намуналари танланди ва чанг зарраларининг дисперс таркиби ва ўртача медиан ўлчамини аниқлаш бўйича лаборатория анализлари ўтказилди. Аппаратнинг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолини аниқлашда К.Т. Semraунинг тадқиқот ишидан фойдаланиш белгиланди.

Диссертациянинг «**Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратда тажрибавий тадқиқотлар ўтказиш усуллари ва натижалари**» деб номланган учинчи бобида тажрибавий тадқиқотларни ўтказиш учун лаборатория аппарати ишлаб чиқилди. Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижаларини текшириш ҳамда кам энергия сарфлаган ҳолда юқори тозалаш самарадорлигини белгиловчи параметрларни асослаш мақсадида экспериментал тадқиқотлар дастури (аппаратнинг ишчи органларидаги гидравлик қаршилик коэффициентлари, аппаратнинг умумий гидравлик қаршилиги ва гидравлик қаршиликнинг тозалаш самарадорлигига таъсири) тузилди (3-расм).



- 1 – вентилятор; 2 – электро-мотор; 3 – метал қувур; 4,10,19 – фланец; 5 – бункер; 6 – таъми-нлагич; 7,18 – Пито-Прандль найчаси; 8 – чангли газ кириш қувури; 9 – шибер; 11 – насос; 12 – винтель; 13 – ратометр; 14 – сув узатувчи қувур; 15 – контакт элемент; (завихритель) 16 – сув сочувчи штуцери; 17 – сув қайтаргич; 20 – анемометр; 21 – ЛАТР; 22 – тахометр.

### 3-расм. Ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг умумий кўриниши

Тадқиқотларда ўзгарувчи омиллар сифатида суюқлик сарфи  $Q_c=0,07\div0,327$  м<sup>3</sup>/соат, штуцер тешигининг диаметри  $d_{шт}=2; 2,5$  ва 3 мм, газ тезлиги  $v_f=7,07\div28,37$  м/с гача оралиқ қадам 4 м/с, газ оқимиға уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементнинг ишчи органи қиялик бурчаги  $\alpha=30^\circ; 45^\circ$  ва  $60^\circ$  белгиланди. Ташқи ҳарорат газ ва сув тизими учун  $20\pm 2$  °С танланди. Тажрибалар уч босқичда олиб борилди.

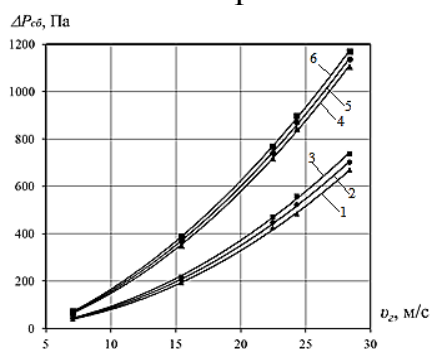
Биринчи босқичда аппаратда чангли газ оқимиға таъсир этувчи ишчи органлардаги гидравлик қаршилик коэффициентлари аппаратга кирувчи ва чиқувчи газ тезликлари фарқи бўйича тажриба йўли билан аниқланди ва тавсия этилган (3) тенглама бўйича ечиб кўрилди. Олинган назарий ва тажрибавий қийматлар таққосланди ҳамда тўғрилаш коэффициентлари киритилди. Натижаларга энг кичик квадратлар усули қўлланиб, эмпирик формулалар олинди. Аппарат контакт элементи газ оқими ўтувчи юзаси қиялик бурчагининг ўзгаришиға боғлиқ ҳолда аниқланган қаршилик коэффициентлари қуйида

келтирилган.

Унга кўра  $\sin\beta=60^\circ$  да  $\zeta=1,8$ ;  $\Delta k=0,91$ ,  $\sin\beta=45^\circ$  да  $\zeta=2$ ;  $\Delta k=0,81$  ва  $\sin\beta=30^\circ$  да  $\zeta=2,2$ ;  $\Delta k=0,68$  бўлиши аниқланди. Назарий ва тажрибавий тадқиқотлар орасидаги ҳатолик 5 % ошмади.

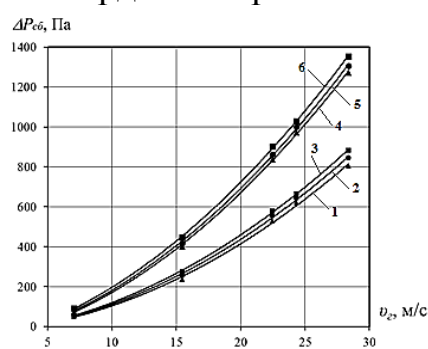
Иккинчи босқичда аппаратнинг умумий гидравлик қаршилиги ўзгарувчи омилларнинг турли қийматларида тажриба йўли билан аниқланди. Тажрибаларни ўтказиш учун «Quvasoykvars» АЖ нинг ҳомашё цехида ҳосил бўладиган кварц қуми чанги ва доломит чанги танланди. Чанглarning асосий физик ва кимёвий характеристикаларидан келиб чиқиб тажриба синовлари ўтказилди. Тажрибаларни ўтказишда кварц қуми чанги ва газ аралашмаси учун  $\rho_{ap}=1,89$  кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 22551-77 бўйича кварц қуми чанги учун 345,4 мг/м<sup>3</sup>), доломит чанги ва газ аралашмаси учун  $\rho_{ap}=2,13$  кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 23672-79 бўйича доломит чанги учун 360,3 мг/м<sup>3</sup>) этиб белгиланди. Аппаратнинг умумий гидравлик қаршилигини аниқлашда JM-510 маркали электрон ўлчаш апаратидан ҳамда тавсия этилган (4) тенгламадан фойдаланилди. Олинган назарий ва тажрибавий қийматлар таққосланди ҳамда ўрта арифметик қийматлар танланди. Гидравлик қаршилиқни аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар кўп омиллигини инобатга олиб, гидравлик қаршилиқнинг қуйи ва юқори юқламалари учун таққослаш графиклари қурилди (4-9-расмлар).

Кварц қуми чанги ва газ аралашмасининг гидравлик қаршилиқка таъсири бўйича олинган тажриба натижалари 4; 5 ва 6-расмларда келтирилган.



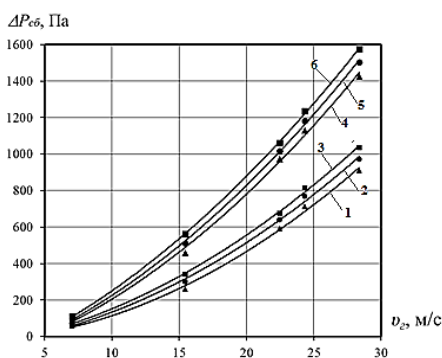
4-расм.

$\alpha=60^\circ$  ва  $\rho_{г}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда



5-расм.

$\alpha=45^\circ$  ва  $\rho_{г}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда



6-расм.

$\alpha=30^\circ$  ва  $\rho_{г}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда

- 1 –  $d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,07$  м<sup>3</sup>/соат;
- 2 –  $d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,071$  м<sup>3</sup>/соат;
- 3 –  $d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,072$  м<sup>3</sup>/соат;
- 4 –  $d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,253$  м<sup>3</sup>/соат;
- 5 –  $d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,295$  м<sup>3</sup>/соат;
- 6 –  $d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,327$  м<sup>3</sup>/соат.

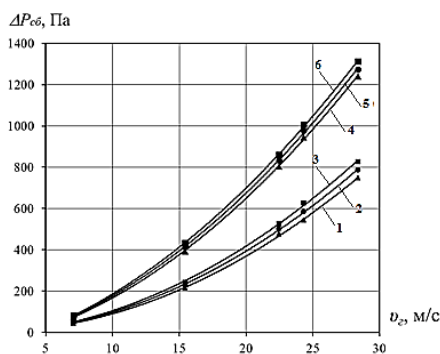
**4-6-расмлар. Суюқлик берилган аппаратда газ тезлиги  $v_г$  ўзгаришининг гидравлик қаршилиқка  $\Delta P_{сб}$  боғлиқлиги.**

4, 5 ва 6-расмларда берилган маълумотлардан кўринадики, газ тезлиги  $v_г=7,07\div 28,37$  м/с гача оралиқ қадам 4 м/с ва газ оқимига уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементнинг ишчи органи қиялиги  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  ва  $60^\circ$  учун

гидравлик қаршиликнинг энг куйи ва юқори юкламаси, суюқлик сарфининг минимал қийматлари  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_c=0,07$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=668$  Па дан 910 Па гача ортгани кузатилди.

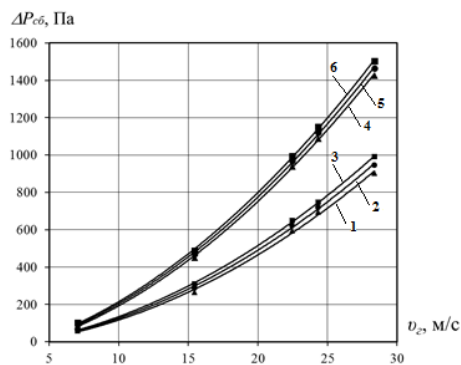
Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=106$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=136$  Па ни ташкил этди.  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_c=0,071$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=702$  Па дан 970 Па гача ортгани кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=127$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=141$  Па ни ташкил этди ва  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_c=0,072$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=737$  Па дан 1036 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=153$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=146$  Па ни ташкил этди.

Гидравлик қаршиликнинг юқори юкламаси, суюқлик сарфининг максимал қийматлари учун  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_c=0,253$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=1106$  Па дан 1425 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=153$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=166$  Па ни ташкил этди.  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_c=0,295$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=1136$  Па дан 1502 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=197$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=169$  Па ни ташкил этди ва  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_c=0,327$  м<sup>3</sup>/соат-const учун  $\Delta P_{сб}=1170$  Па дан 1574 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=220$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=184$  Па ни ташкил этди.



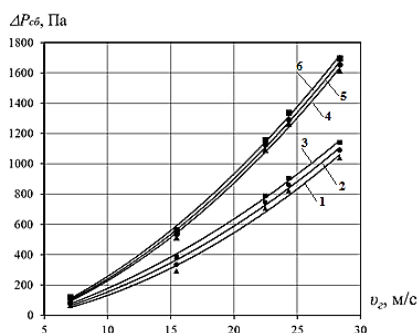
7-расм.

$\alpha=60^\circ$  ва  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда



8-расм.

$\alpha=45^\circ$  ва  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда



9-расм.

$\alpha=30^\circ$  ва  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const бўлганда

- 1 –  $d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,07$  м<sup>3</sup>/соат;
- 2 –  $d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,071$  м<sup>3</sup>/соат;
- 3 –  $d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,072$  м<sup>3</sup>/соат;
- 4 –  $d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,253$  м<sup>3</sup>/соат;
- 5 –  $d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,295$  м<sup>3</sup>/соат;
- 6 –  $d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,327$  м<sup>3</sup>/соат.

**7-9-расмлар. Суюқлик берилган аппаратда газ тезлиги  $v_{г}$  ўзгаришининг гидравлик қаршиликка  $\Delta P_{сб}$  боғлиқлиги**

Доломит чанги ва газ аралашмасининг гидравлик қаршиликка таъсири бўйича олинган тажриба натижалари 7; 8 ва 9-расмларда келтирилган.

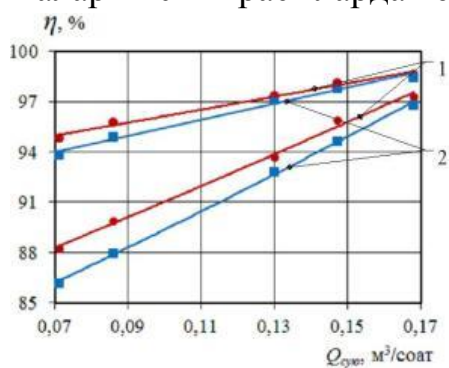
7, 8 ва 9-расмларда берилган маълумотлардан кўринадики, газ тезлиги  $v_r=7,07\div 28,37$  м/с гача оралик қадам 4 м/с ва газ оқимиغا уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементнинг ишчи органи қиялиги  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  ва  $60^\circ$  учун гидравлик қаршиликнинг энг куйи ва юқори юкламаси, суюқлик сарфининг минимал қийматлари  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_c=0,07$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=749$  Па дан 1036 Па гача ортгани кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=134$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=153$  Па ни ташкил этди.  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_c=0,071$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=787$  Па дан 1088 Па гача ортгани кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=142$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=159$  Па ни ташкил этди ва  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_c=0,072$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=826$  Па дан 1140 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=149$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=165$  Па ни ташкил этди.

Гидравлик қаршиликнинг юқори юкламаси, суюқлик сарфининг максимал қийматлари учун  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_c=0,253$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=1240$  Па дан 1615 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=188$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=187$  Па ни ташкил этди.  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_c=0,295$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=1275$  Па дан 1656 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=192$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=189$  Па ни ташкил этди ва  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_c=0,327$  м<sup>3</sup>/соат–const учун  $\Delta P_{сб}=1312$  Па дан 1697 Па гача ортиши кузатилди. Оралик қадам  $\alpha=30^\circ$  ва  $\alpha=45^\circ$  ишчи юзанинг қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=195$  Па ни ташкил этган бўлса,  $\alpha=45^\circ$  ва  $\alpha=60^\circ$  қийматлари орасида  $\Delta P_{сб}=190$  Па ни ташкил этди.

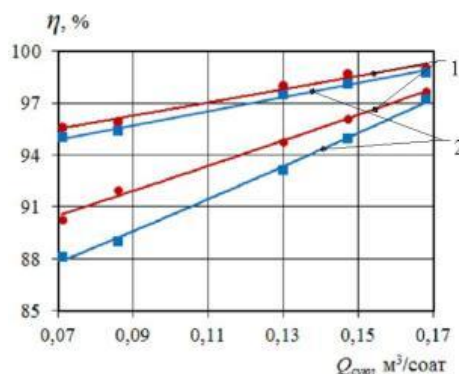
4-9-расмларда келтирилган график боғлиқликларга энг кичик квадратлар усулини қўллаб жараённи адекват ифодаловчи эмпирик формулалар олинди.

Учинчи босқичда чанг намуналари аппарат вентиляторининг (1) чангли газни сўрувчи патрубккага ўрнатилган шнекли таъминлагич (6) орқали миқдорлаб узатилиб аппаратнинг тозалаш самарадорлиги гидравлик қаршиликнинг ўзгаришига боғлиқ ҳолда аниқланди. Экспериментал тадқиқотларда майдаланган заррачаларнинг ўртача медиан ўлчамини кварц қуми чанги учун  $\delta_{50}=15$  мкм ва доломит чанги учун эса  $\delta_{50}=8,5$  мкм деб қабул қилинди. Аппаратнинг тозалаш самарадорлигини аниқлашда К.Т.Семраунинг тадқиқот ишидан ва кўп босқичли ПА-40М лаборатория жиҳозидан фойдаланилди. Олинган назарий ва тажрибавий қийматлар таққосланди ҳамда ўрта арифметик қийматлар танланди. Тозалаш самарадорлиги  $\eta$  нинг суюқлик

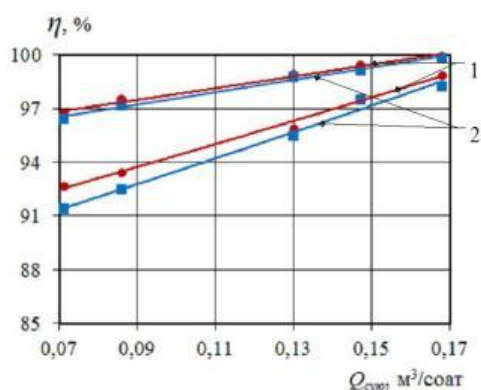
сарфи  $Q_c$  га боғлиқлиги бўйича таққословчи графиклар қурилди. Тажриба натижалари 10-12-расмларда келтирилган.



$\alpha=30^\circ$ -const.  
10-расм.



$\alpha=45^\circ$ -const.  
11-расм.



$\alpha=45^\circ$ -const.  
12-расм.

1-кварц куми чанги;

2-доломит чанги;

$d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,07$  м³/соат;

$d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,071$  м³/соат;

$d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,072$  м³/соат;

$d_{ш}=2$  мм да  $Q_c=0,253$  м³/соат;

$d_{ш}=2,5$  мм да  $Q_c=0,295$  м³/соат;

$d_{ш}=3$  мм да  $Q_c=0,327$  м³/соат.

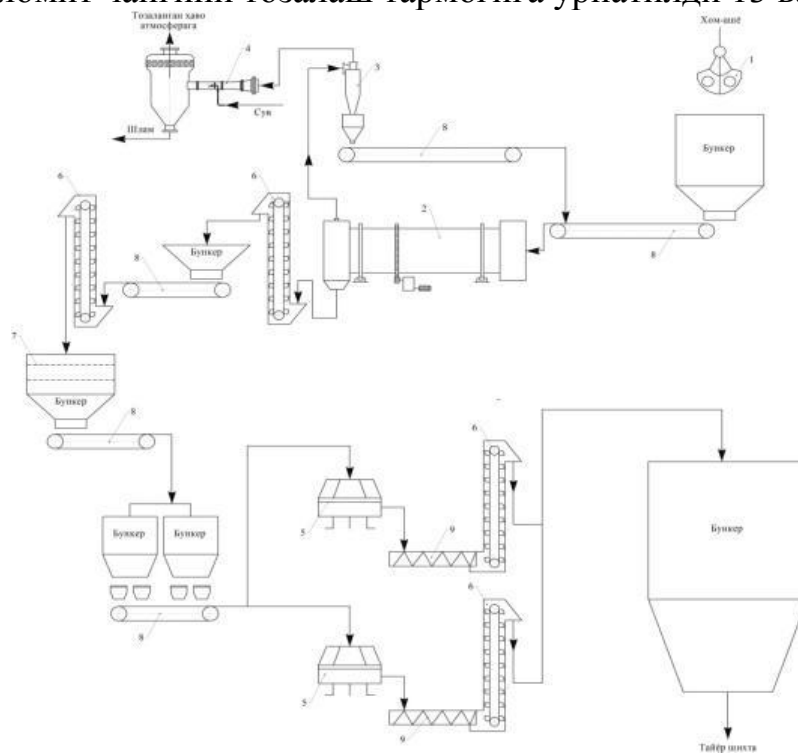
**10-12-расмлар. Тозалаш самарадорлиги  $\eta$  нинг суюқлик сарфи  $Q_{сую}$  га боғлиқлиги.**

7, 8 ва 9-расмларда берилган маълумотлардан кўринадики, контакт элемент парракларининг қиялик бурчагининг камайиши, газ оқими тезлигининг ортиши ва суюқлик сарфининг кўпайиши гидравлик қаршиликнинг ортишига сабаб бўлар экан. Бу эса ўз навбатида аппарат тозалаш самарадорлигининг яхшиланишига хизмат қилади. Масалан: газ тезлиги ва суюқлик сарфининг қуйи чегарасида кварц куми чангини тозалаш самарадорлиги  $88,22 \div 92,65$  % ва доломит чангини тозалаш самарадорлиги  $86,17 \div 91,4$  % ташкил этган бўлса, газ тезлиги ва суюқлик сарфининг юқори чегарасида кварц куми чангини тозалаш самарадорлиги  $98,62 \div 99,72$  % ва доломит чангини тозалаш самарадорлиги  $98,43 \div 99,46$  % ташкил этди.

4-9-расмларда келтирилган график боғлиқликларга энг кичик квадратлар усулини қўллаб жараёни адекват ифодаловчи эмпирик формулалар олинди.

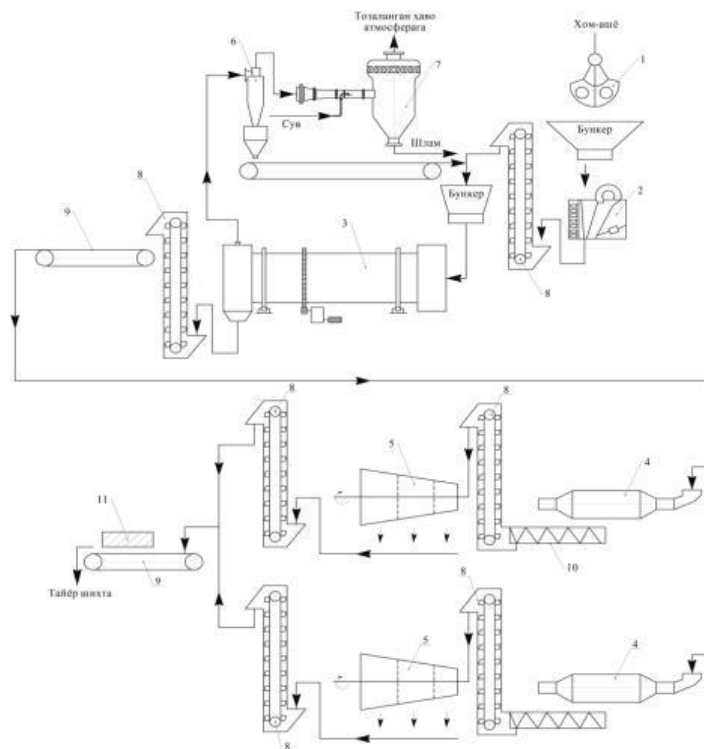
Диссертациянинг «**Хўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратни саноатда қўллаш ва унинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш**» деб номланган тўртинчи бобида ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида хўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратга дастлабки талаблар ҳамда техник топшириқ ишлаб чиқилди ва шулар асосида «Quvasoykvars» АЖ нинг хом ашё тайёрлаш бўлимларида тажриба синовлари ўтказилди. Аппарат «Quvasoykvars» АЖ нинг кварц кумини қуритиш технологик чизиғида қуритиш барабанида ҳосил бўладиган кварц куми чанги ҳамда доломитни қуритиш технологик чизиғида қуритиш барабанида ҳосил

бўладиган доломит чангини тозалаш тармоғига ўрнатилди 13 ва 14-расмлар.



**13-расм. Кварц қумини қуриштиш технологик чизиғи**

1 – ковшли грейфер; 2 – қуриштиш барабани; 3 – циклон НИОГАЗ; 4 – ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тоза-ловчи аппарат; 5 – аралаштиргич; 6 – ковшли элеватор; 7 – саралаш машинаси; 8 – лентали конвейер; 9 – винтли конвейер.



**14-расм. Доломитни қуриштиш технологик чизиғи**

1 – ковшли грейфер; 2 – жағли майдалагич; 3 – қуриштиш барабани; 4 – шарли тегирмон; 5 – саралаш машинаси; 6 – циклон НИОГАЗ; 7 – ҳўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппарат; 8 – ковшли элеватор; 9 – лентали конвейер; 10 – винтли конвейер; 11 – магнитли сепаратор.



Саноат синовларини ўтказишда қуйидаги параметрлар газ оқимига уюрмали ҳаракат берувчи контакт элементларнинг ишчи органи қиялиги  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  ва  $60^\circ$ , суюқликни сочувчи штуцер тешигининг диаметри  $d_{шт}=2$ ; 2,5 ва 3 мм, аппаратдаги газ тезлиги  $v_r=7,07\div 28,37$  м/с оралиғида, аппаратга берилаётган суюқлик сарфи  $70\div 189,2$  л/соат танланди. Ташқи муҳит ҳарорати  $20\pm 2$  °С, барабанли қуритгичдан чиқаётган чангли газнинг ҳарорати кварц қуми чанги учун  $90$  °С ва доломит чанги учун  $65\div 80$  °С танланди.

Тажрибаларнинг кўп омиллилиги ҳисобга олиниб аппарат тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолини аниқлашда математик режалаштириш усулидан фойдаланилди. Унга кўра ўзгарувчи омиллар сифатида танланган штуцер тешигининг диаметри ( $X_1$ ), суюқлик сарфи ( $X_2$ ), контакт элемент паррақларининг қиялик бурчаги ( $X_3$ ) ва газ тезлиги ( $X_4$ ) аппаратнинг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига энг кўп таъсир этувчи омиллар эканлиги аниқланди ҳамда омилларнинг ўзгариш оралиқлари белгиланди. Аниқланадиган мезонлар сифатида тозалаш самарадорлиги ( $Y_1$ ) ва сарфланадиган энергия ( $Y_2$ ) деб қабул қилинди. Аниқланадиган мезонларга ўзгарувчи омилларнинг таъсирини иккинчи даражали полином тўлиқ ёритиб беради деб ҳисоблаб, тажрибалар HARTLI-4 режаси асосида амалга оширилди.

Аниқланадиган мезонларга назорат қилинмайдиган омилларнинг таъсирини камайтириш учун тажрибаларни ўтказиш кетма-кетлиги тасодифий сонлар жадвалининг 1/17 кўринишидан фойдаланиб белгилаб олинди. Кварц қуми чанги ва доломит чангини тозалаш самарадорлиги ҳамда энергия истеъмолининг мақбул параметрларни аниқлаш учун тажрибалар 5 мартабадан алоҳида-алоҳида такрорланган ҳолда ўтказилди. Олинган тажриба натижаларининг ўрта арифметик қийматлари танланди. Тозалаш даражасини белгилашда кўп таркибли ПА-40М маркали газоанализатор ва энергия истеъмолини аниқлашда К.Т.Semraунинг тадқиқот ишидан фойдаланилди. Олинган тажриба натижалари 1 ва 2-жадвалларда келтирилган.

#### 1-жадвал

#### Кварц қуми чангини тозалаш самарадорлиги ва унга сарфланадиган энергия истеъмолининг омилларга боғлиқлиги

$X_1$ $d_{шт}, \text{мм}$	$X_2$ $Q_{сую}, \text{м}^3/\text{соат}$	$X_3$ $\alpha, \text{градус}$	$X_4$ $v_r, \text{м/с}$	$Y_1$ $\eta, \%$	$Y_1$ $K_{кЭА}, \text{кЖ}/1000\text{м}^3$
2	0,070	30	28,3	94,61	190,4
3	0,070	30	28,3	94,92	195,6
2	0,178	30	7,07	99,79	260
3	0,178	30	7,07	99,85	281
2	0,070	60	7,07	93,89	120
3	0,070	60	7,07	95,8	131
2	0,178	60	28,3	99,1	452
3	0,178	60	28,3	99,51	456
2	0,124	45	17,68	99,78	295,5
3	0,124	45	17,68	99,87	302
2,5	0,070	45	17,68	94,72	165

2,5	0,178	45	17,68	99,92	360
2,5	0,124	30	17,68	99,47	290
2,5	0,124	60	17,68	99,72	270
2,5	0,124	45	7,07	99,89	180
2,5	0,124	45	28,3	99,15	220
2,5	0,124	45	17,68	99,69	300

**2-жадвал**

**Доломит чангини тозалаш самарадорлиги ва унга сарфланадиган энергия истеъмолининг омилларга боғлиқлиги**

$X_1$ $d_{ш}, мм$	$X_2$ $Q_{сую}, м^3/соат$	$X_3$ $\alpha, градус$	$X_4$ $v_2, м/с$	$Y_1$ $\eta, \%$	$Y_1$ $K_{КЭА}, кЖ/1000м^3$
2	0,070	30	28,3	95,63	191,4
3	0,070	30	28,3	95,95	196,4
2	0,178	30	7,07	99,89	260,6
3	0,178	30	7,07	99,89	282,3
2	0,070	60	7,07	94,87	121,5
3	0,070	60	7,07	95,86	131,6
2	0,178	60	28,3	99,22	453
3	0,178	60	28,3	99,65	457
2	0,124	45	17,68	99,87	296,4
3	0,124	45	17,68	99,91	303,5
2,5	0,070	45	17,68	95,78	166
2,5	0,178	45	17,68	99,92	361,2
2,5	0,124	30	17,68	99,48	291
2,5	0,124	60	17,68	99,78	271
2,5	0,124	45	7,07	99,89	180
2,5	0,124	45	28,3	99,45	222,6
2,5	0,124	45	17,68	99,89	301

Тажриба натижаларига тегишли тартибда ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи куйидаги регрессия тенгламалари “PLANEX” программасининг HARTLI-4 дастури бўйича олинди.

Аппаратда кварц куми чангини тозалаш самарадорлиги куйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланади, %

$$Y_1 = +99,347 + 0,172X_1 + 2,570X_2 + 0,000X_3 - 0,370X_4 + 0,000X_1X_1 + 0,000X_1X_2 + 0,406X_1X_3 - 0,274X_1X_4 - 2,369X_2X_2 + 0,338X_2X_3 - 0,252X_2X_4 + 0,000X_3X_3 - 0,331X_3X_4 + 0,000X_4X_4 \quad (9)$$

Аппаратда доломит чангини тозалаш самарадорлиги куйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланади, %

$$Y_1 = +99,827 + 0,187X_1 + 2,031X_2 + 0,145X_3 - 0,217X_4 + 0,067X_1X_1 - 0,085X_1X_2 + 0,166X_1X_3 + 0,000X_1X_4 - 1,963X_2X_2 + 0,200X_2X_3 - 0,386X_2X_4 - 0,186X_3X_3 + 0,000X_3X_4 - 0,145X_4X_4 \quad (10)$$

Аппаратда кварц куми чангини тозалаш жараёни учун сарфланадиган энергия қуйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланади, кЖ/1000 м<sup>3</sup>

$$Y_2 = +267,948 + 4,777X_1 + 97,483X_2 - 0,017X_3 + 19,883X_4 + 36,449X_1X_1 + 1,096X_1X_2 - 1,404X_1X_3 - 2,854X_1X_4 + 0,000X_2X_2 + 42,888X_2X_3 + 39,054X_2X_4 + 17,666X_3X_3 + 4,121X_3X_4 - 62,500X_4X_4 \quad (11)$$

Аппаратда доломит чангини тозалаш жараёни учун сарфланадиган энергия қуйидаги регрессия тенгламаси бўйича аниқланади, кЖ/1000 м<sup>3</sup>

$$Y_2 = +269,154 + 4,793X_1 + 97,683X_2 - 10,017X_3 + 21,267X_4 + 36,397X_1X_1 + 1,329X_1X_2 - 1,579X_1X_3 - 2,863X_1X_4 + 0,000X_2X_2 + 41,471X_2X_3 + 39,104X_2X_4 + 17,397X_3X_3 + 3,913X_3X_4 - 62,386X_4X_4 \quad (12)$$

Тадқиқ этилаётган жараёнларга таъсир этувчи омиллар, яъни аппаратнинг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолининг мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида регрессия тенгламалари кварц куми чанги ва доломит чангини тозалаш жараёни учун алоҳида-алоҳида ечиб кўрилди. Бунда кварц куми чангини тозалаш самарадорлиги 98,7 % ва доломит чангини тозалаш самарадорлиги эса 98,9 % дан юқори бўлиш шарти ГОСТ-62-198-142 ҳамда ГОСТ-67-198-142 талаби бўйича қабул қилинди. Ушбу вазифа ПК «Pentium IV» компютерида Excel дастурини «ечимни қидириш» (поиск решения) амали ёрдамида ечилиб, ўзгарувчи омилларнинг кодланган кўринишидаги мақбул қийматлари олинди ҳамда кодланган қийматлардан натурал қийматларга ўтилди.

Шундай қилиб, намуна учун танланган чангларни тозалаш жараёни учун аппаратнинг мақбул параметрлари стандарт ҳолатга келтирилди ва уни қуйидагича ёзиш мумкин.

Кварц куми чангини тозалаш жараёни учун:

Штуцер тешигининг диаметри,  $d_{ш} = 2,8$  мм; суюқлик сарфи  $Q_{сую} = 0,124$  м<sup>3</sup>/соат, контакт элемент парракларининг қиялик бурчаги  $\alpha = 47^\circ$  ва чангли газ тезлиги  $v = 17,68$  м/с да ўзгарувчи омилларнинг бу қийматларида аппаратнинг энергия сарфи 3,2 кВт/соат, тозалаш самадорлиги 99,72 % ва гидравлик қаршилиги 1360,4 Па ни ташкил этди.

Доломит чангини тозалаш жараёни учун:

Штуцер тешигининг диаметри  $d_{ш} = 2,6$  мм, суюқлик сарфи,  $Q_{сую} = 0,138$  м<sup>3</sup>/соат, контакт элемент парракларининг қиялик бурчаги  $\alpha = 44^\circ$  ва чангли газ тезлиги  $v = 20,4$  м/с да ўзгарувчи омилларнинг бу қийматларида аппаратнинг энергия сарфи 2,8 кВт/соат, тозалаш самадорлиги 99,46 % ва гидравлик қаршилиги 1250,7 Па ни ташкил этди.

Тажриба натижаларига кўра, тозалаш самарадорлиги мавжуд ҳўл усулда тозаловчи аппаратларга нисбатан кварц куми чанги учун 4,46 % ҳамда доломит чанги учун 5,43 % га юқори, 1 м<sup>3</sup> ҳавони тозалаш учун сарфланадиган суюқлик 2,5 баробарга ва энергия истеъмоли 0,8 баробарга кам сарфланиши таъминланди ва бунинг эвазига 244,8 млн. сўм йиллик иқтисодий самара олинади.

## ХУЛОСАЛАР

1. Хўл усулда чанг ушловчи ва газ тозаловчи аппаратнинг конструктив схемаси тавсия этилди.
2. Аппаратнинг гидродинамик режимлари тадқиқ этилди ва унинг тозалаш самарадорлиги ва энергия истеъмолига таъсири тадқиқ этилди.
3. Аппарат контакт элементи қиялик бурчагининг турли қийматларида қаршилиқ коэффиценти аниқланди ва тўғрилаш коэффицентлари тавсия этилди.
4. Аппаратга берилаётган чангли газ тезлиги ва суюқлик сарфига боғлиқ ҳолда гидравлик қаршилиқнинг ўзгариши аниқланди.
5. Саноат синовларида математик режалаштириш усулидан фойдаланилди ва аппаратнинг оптимал ишлаш жараёни ва конструктив ўлчамлари асосланди.
6. Олинган натижалар асосида хўл усулда чанг ушлаш ва газ тозалашнинг самарали усули ва аппарати тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ХИМИКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

---

**ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ЭРГАШЕВ НАСИМБЕК АХМАДЖОНОВИЧ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ АППАРАТА ДЛЯ МОКРОГО  
ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ И ГАЗООЧИСТКИ**

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

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

**Ташкент – 2021**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером В2021.2.PhD/Т403.

Диссертация была выполнена в Ферганском политехническом институте

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) и информационно-образовательном портале «Ziynet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Алиматов Баходир Абдуманнонович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Абдуллаев Алишер Шоназарович</b> доктор технических наук, доцент <b>Худойбердиев Абсалом Абдурасулович</b> доктор технических наук, с.н.с.
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова</b>

Защита диссертации состоится «25» 08 2021 г. в «12<sup>00</sup>» часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20; факс: (99871) 244-79-17; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz)).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 20 с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре: (Адрес: 100011, Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «13» 08 2021 года.  
(протокол рассылки № 11 от «13» 08 2021 г.).



*[Handwritten signature]*

**С.М.Туробжонов**

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

*[Handwritten signature]*

**Х.И.Кодиров**

Учёный секретарь научного совета по  
присуждению, учёных степеней,  
д.х.н., доцент

*[Handwritten signature]*

**К.О.Додаев**

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

## **Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В мировом масштабе в производственные процессы внедрены устройства и методы устраняющие экологические проблемы, с помощью очистки вторичных газов и различных отходов, образующихся на промышленных предприятиях. Наряду с этим, в пищевой, химической, строительных материалов и металлургической отраслях важное значение имеет улавливание мелких пыльных частиц и вторичных газов, использовани их в производственных процессах.

В мире проводят научные исследования по развитие направленные таких как разделение твердых и газообразных частиц, уменьшение загрязнение атмосферы, промышленности производство пищевых, химических и строительных материалов. С этим, извлечение ценных продуктов, улавливание веществах, влияющих негативно на технологии и аппараты, уделяется особое внимание на интенсификацию технологических процессов.

В стране за последние годы был проведен ряд научных исследований, направленных на создание технологического процесса и оборудования для очистки от пыли, промышленных газов, различных твердых частиц и сточных отходящих вод пищевой, химической промышленности и производства строительных материалов. Определены задачи по стратегии действия Республики Узбекистан «по обеспечению промышленности высокотехнологичными очистными сооружениями»<sup>1</sup>. В связи с этим важно проводить исследования в направлении дальнейшей модернизации и диверсификации за счет внедрения новых эффективных методов и устройств переработки отходов пищевой и химической промышленности.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, указанных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3956 3 октября 2018 года «О дополнительных мерах по совершенствованию государственного управления в области экологии и охраны окружающей среды», Постановлении Кабинета Министров № 958 от 26 ноября 2018 г. «О мерах по дальнейшему развитию научно-исследовательской базы в области экологии и охраны окружающей среды», а также других нормативно-правовых актах, относящихся к данной деятельности.

**Связь исследований с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII «Химические технологии и нано технологии».

### **Степень изученности проблемы.**

Исследования в области разработки оборудования для влажной пылеочистки, изучения режимов работы и обоснования параметров и применению в промышленности, а также о влиянии гидравлического сопротивления оборудования на эффективность очистки и энергозатраты

---

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

проводились такими учёными как П.А. Коузов, А.И. Пирумов, В.Н. Ужов, А.Ю. Валдберг, Э.П. Теверовский, С.Б. Старк, М.И. Шиляев, А.Я. Тарат, И.Н. Мухленов, В.С. Швйдкй, В.Т. Стефаненко, Ю.В. Страус, Г.М. Инглунд, С. Калверт, Н. Киреда, О.С. Кочетов, А.К. Панов, Р.Р. Усманова, В.С. Жернаков, З.С. Салимов, А.М. Хурмаматов, Б.А. Алиматов и др.

Ими были разработаны фильтры, усовершенствованные методы, химические вещества, технологические процессы и оборудование для очистки технологической пыли, очистки воздуха и сточных вод пищевой и химической промышленности.

Наряду с этим, проводятся исследования по созданию компактных, недорогих и экспортно-ориентированных технологий и машин для очистки от пыли для пищевой, химической, хлопко перерабатывающей промышленности и производства строительных материалов.

**Связь диссертационного исследования с исследовательскими планами вуза, где была выполнена диссертация.** Диссертация выполнена в рамках хозяйственных договоров №552 «Инновационные решения по предотвращению выброса кварцевого песка и доломитовой пыли в атмосферу в цехе сырьевого производства АО «Quvasoykvars» (2015-2020), НИС-8-18 «Исследование аппаратов влажной очистки запыленного воздуха промышленных предприятий» Ферганского политехнического института.

**Цель исследования** заключается в обосновании параметров работы мокрого пылеуловителя и газоочистного устройства, а также его применения в производственных условиях.

**Задачами исследования являются:**

изучение причины образования пылевого газа и его влияние на окружающую среду;

анализ современных типов устройств мокрой очистки пыльного газа;

разработка конструкционной схемы мокрого пылеулавливающего и газоочистного аппаратов;

определение коэффициентов местных сопротивлений в рабочих органах мокрого пылеулавливающего и газоочистного аппаратов;

определение гидравлического сопротивления мокрого пылеулавливающего и газоочистного аппаратов;

исследование влияние гидравлического сопротивления мокрого пылеулавливающего и газоочистного аппаратов на эффективность очистки и потребление энергии;

обоснование оптимальных значений параметров аппарата с использованием метода математического планирования экспериментов.

**Объектом исследования** являются кварцевый песок и доломитовая пыль, образующаяся в процессе производства в цехе подготовки сырья АО «Quvasoykvars», а также аппарат мокрого пылеулавливания и газоочистки.

**Предметом исследования** являются аналитические связи, отражающие влияние гидравлического сопротивления оборудования на эффективность очистки и затраты энергии, а также закономерности изменения его технических параметров в зависимости от коэффициента сопротивления, скорости газа, расхода жидкости и контактного элемента.



**Методы исследования.** В исследовании использовались законы и правила гидравлики, гидродинамики, физики, химии, математической статистики, методы математического планирования экспериментов, а также методы, изложенные в действующих нормативных актах.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана конструктивная схема аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки;

определен коэффициент сопротивления штуцерного отверстия для распыления рабочего тела в аппарате;

определен коэффициент сопротивления аппарата отношением общей площади поверхности лопастей контактного элемента к поверхности проведения потока, и учитываются поправочные коэффициенты;

определены гидравлические сопротивления в зависимости от скорости поступающего в аппарат запыленного газа и расхода жидкости;

доказана влияние гидравлического сопротивления аппаратов на эффективность очистки и энергопотребление;

обоснованы оптимальные параметры аппарата применением метода математического планирования на результаты полученных экспериментов.

**Практические результаты исследования:**

определены скорость газа и длина пленки жидкости в зависимости от угла установки лопастей контактного элемента;

предложены математическое уравнение и коэффициент определения сопротивления контактного элемента аппарата;

разработана конструктивная схема мокрого пылеуловителя и газоочистного аппарата.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования объясняется проведением исследований с использованием современных методов и средств измерений, обработкой методами гидравлики, гидродинамики, физики, химии, математической статистики при теоретическом обосновании параметров аппарата вихревого потока, взаимной адекватностью теоретических и практических результатов, положительными результатами экспериментальных испытаний усовершенствованного аппарата на основании исследований и их внедрением на практике.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что в рабочих органах аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки обоснованы параметры, обеспечивающие высокую эффективность очистки при низких затратах энергии, а также полученные математические модели и аналитические связи могут быть использованы для обоснования параметров.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке коэффициента и уравнения местного сопротивления в рабочих органах мокрого пылеуловителя и газоочистителя, на основе которых разработана и применяется на практике расчетная схема мокрого пылеуловителя и газоочистителя.

**Внедрение результатов исследований.** На основании полученных результатов для обеспечения высокой эффективности очистки при низком энергопотреблении в аппарате мокрого пылеулавливания и газоочистки:

способ и аппарат очистки пылевых газов внедрён в цех «Подготовки сырья» АО «Quvasoykvars» для очистки кварцевого песка и доломитовой пыли (Государственного комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Узбекистан от 30.10.2020 №02-02/8-1588 от 30.10.2020г.). В результате эффективность очистки аппарата кварцевого песка составила 99,72 %, доломитовой пыли - 99,46 %.

энергосберегающий пылеулавливающий аппарат внедрен в цех «Подготовки сырья» АО «Quvasoykvars» (Государственного комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Узбекистан от 30.10.2020 №02-02/8-1588 от 30.10.2020 г.). В результате по сравнению к существующим аппаратам эффективность очистки составила для кварцевого песка 4,46 % и доломитной пыли 5,43 %, а также создана возможность снизить расход воды в 2,5 раза.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были изложены в виде докладов и апробированы на 7 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, 7 статей опубликованы в научных журналах, 1 монография и том числе в 4 национальных и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Объем основных текстовых материалов составляет 116 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

В введении обоснована актуальность и необходимость проведенных исследований, описаны цели и задачи, объект и предметы исследования, указано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Описана научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведена информация о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

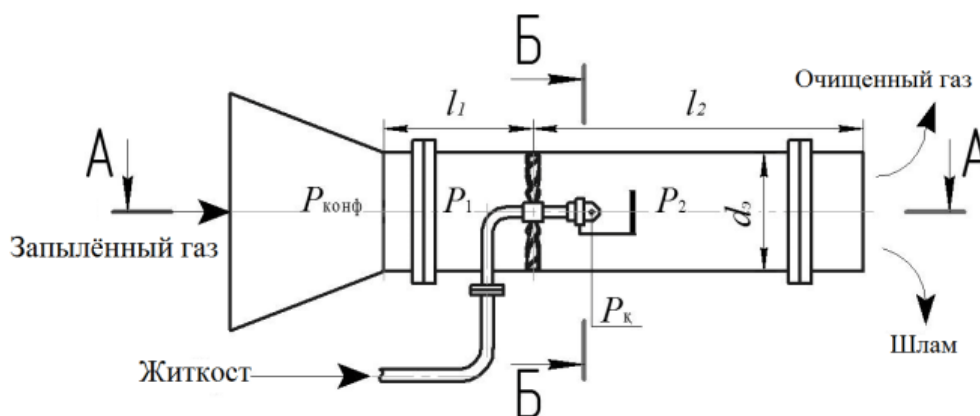
В первой главе диссертации «**Анализ устройств мокрой очистки пыльных газов**» дается подробный анализ принципа действия, преимуществ и недостатков аппаратов, представленных в научной литературе и исследованиях в данной области. На основе анализа вычислительных методов было изучено

влияние гидравлического сопротивления на эффективность очистки и потребление энергии.

Определены цели и задачи исследования на основании теоретического анализа литературы по проблеме и их обобщения, а также изучения текущего состояния проблемы. В завершении главы даны заключения.

Во второй главе диссертации «Гидродинамика аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки» в целях теоретического обоснования гидравлического сопротивления, эффективности очистки и энергопотребления аппарата проведены анализы коэффициента сопротивления штуцерного отверстия, коэффициента сопротивления рабочих органов аппарата, общего гидравлического сопротивления, влияния гидравлического сопротивления на эффективность очистки и энергозатраты, систематический анализ и выбор конструкции контактного элемента, теоретическое обоснование его параметров, а также анализ дисперсного состава порошков, отобранных для образца.

Для теоретического обоснования гидравлического сопротивления была разработана расчетная схема устройства (рис. 1).



**Рис. 1. Расчетная схема аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки.**

Следующие расчетные уравнения были построены с использованием отрезков А-А и В-В расчетной схемы.

**По отрезку А-А;**

Суммарное гидравлическое сопротивление  $\Delta P$  аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки можно записать как, Па:

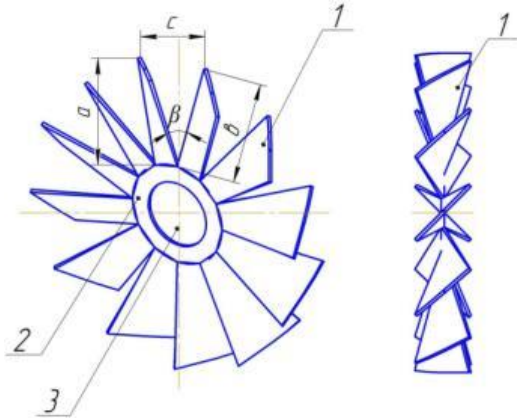
$$\Delta P = P_1 + P_2 \quad (1)$$

где:  $P_1$  – гидравлическое сопротивление на расстоянии от патрубка подачи запыленного газа к аппарату и до контактного элемента, движущегося в потоке газа в аппарате, Па;  $P_2$  – гидравлическое сопротивление контактного элемента, придающего потоку газа вихревое движение в аппарате, Па.

При определении  $P_1$  и  $P_2$  использовались существующие законы и формулы, и составлено следующее рабочее уравнение для определения суммарного гидравлического сопротивления, Па:

$$\Delta P = \lambda \frac{l}{d_3} \cdot \frac{v_1^2 \rho_{ap}}{2} + \xi_2 \frac{v_2^2 \rho_{ap}}{2} = \frac{\rho_{ap}}{2} \left( \lambda \frac{v_1^2 l}{d_3} + \xi_2 v_2^2 \right) \quad (2)$$

Определение коэффициента сопротивления контактного элемента  $\xi_2$ , придающего потоку газа вихревое движение в аппарате, имеет сложный характер и требует разных отклонений. В связи с чем было рекомендовано уравнение для определения коэффициента сопротивления отношением общей площади лопастей контактного элемента к токопроводящей поверхности (рис. 2).



$$\xi_2 = \Delta k \frac{4\pi R^2}{nab \sin \beta} \quad (3)$$

где  $n$  – количество лопастей;  $a, b$  – длина боковой стороны лопасти;  $\beta$  – угол наклона поверхности, по которой проходит поток газа;  $\Delta k$  – поправочный коэффициент, определяется экспериментально.

**Рис. 2. Общий вид контактного элемента.**

Подставляя предложенное уравнение (3) в уравнение (2), уравнение для определения суммарного гидравлического сопротивления аппарата имеет вид, Па;

$$\Delta P = \frac{\rho_{ap}}{2} \left( \frac{0.316 v_1^2 l}{d_3 \sqrt{\text{Re}}} + \Delta k \frac{4\pi R^2}{nab \sin \beta} v_2^2 \right) \quad (4)$$

Полученное уравнение (4) позволяет определить суммарное гидравлическое сопротивление в аппарате, Па;

#### По отрезку Б-Б;

Суммарное гидравлическое сопротивление жидкости  $\Delta P_c$  определяется следующим образом, Па:

$$\Delta P_c = P_k + P_{ш} \quad (5)$$

где:  $P_k$  – геометрическое давление внутри труботечения жидкости, Па;  $P_{ш}$  – потеря давления при истечении жидкости из штуцерного отверстия, Па.

Для определения скорости жидкости, протекающей через штуцерное отверстие аппарата, к уравнению (5) был применен закон Бернулли и принято, что давление в трубе равно  $P_k$ , а давление в штуцерном отверстии равно  $P_{ш}$  – в этом случае уравнение (5) можно записать следующим образом, кг/м<sup>3</sup>;

$$\rho_c g H = \zeta_{ш} \frac{v_c^2 \cdot \rho_c}{2} \quad (6)$$

Определим скорость жидкости из полученного уравнения (6), м/с:

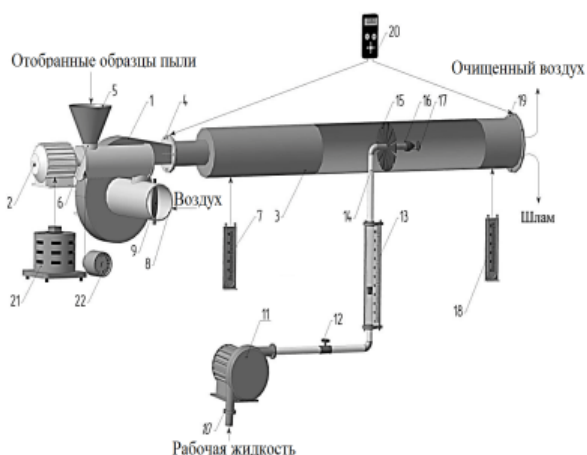
$$v_c = \sqrt{\frac{2(\rho_c g H)}{\rho_c \zeta}} = \sqrt{\frac{2gH}{\zeta}} \quad (7)$$

из уравнения (8) можно будет определить расход жидкости, протекающей через штуцерное отверстие аппарата, м<sup>3</sup>/час:

$$Q_c = 3600\pi R^2 v_c \quad (8)$$

Кроме того, были отобраны образцы пыли для экспериментов и проведены лабораторные анализы для определения состава дисперсии и среднего размера медиан частиц пыли. При определении эффективности очистки и энергопотребления аппарата была использована исследовательская работа К.Т. Semgau.

В третьей главе диссертации «**Методы проведения и результаты экспериментальных исследований в аппаратах мокрого пылеулавливания и газоочистки**» разработан лабораторный аппарат для экспериментальных исследований. Была разработана программа экспериментальных исследований (коэффициенты гидравлического сопротивления в рабочих органах аппарата, влияние общего гидравлического сопротивления аппарата и гидравлического сопротивления на эффективность очистки) с целью проверки результатов теоретических исследований и обоснования параметров, определяющих высокую эффективность очистки при низких затратах энергии (рис. 3).



- 1 – вентилятор; 2 – электромотор; 3 – металлическая трубка; 4,10,19 – фланец; 5 – бункер; 6 – питатель; 7,18 – трубка Пито-Прандтля; 8 – трубка подачи запыленного газа; 9 – шибер; 11 – насос; 12 – клапан; 13 – ротаметр; 14 – трубка подачи воды; 15 – контактный элемент; (завихритель) 16 – штуцер впрыска воды; 17 – возврат воды; 20 – анемометр; 21 – ЛАТР; 22 – тахометр.

**Рис. 3. Общий вид аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки**

В исследованиях в качестве переменных факторов были приняты следующие значения: расход жидкости  $Q_{ж}=0,07\div0,327$  м<sup>3</sup>/час, диаметр штуцерного отверстия  $d_{шт}=2; 2,5$  и 3 мм, скорость газа  $v_f=7,07\div28,37$  м/с, промежуточный шаг 4 м/с, угол наклона рабочего органа контактного элемента, придающего потоку газа вихревое движение  $\alpha=30^\circ; 45^\circ$  и  $60^\circ$ . Наружная температура для системы газа и воды была выбрана равной  $20\pm 2$  °С. Эксперименты проводились в три этапа.

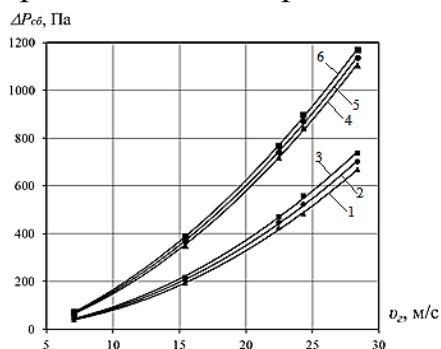
На первом этапе коэффициенты гидравлического сопротивления рабочих органов, влияющих на поток пылевого газа в аппарате, определялись экспериментально по разнице скоростей поступающего и выходящего газа в аппарате и решались согласно предложенному уравнению (3). Проведено сравнение полученных теоретических и экспериментальных значений и введены поправочные коэффициенты. Эмпирические формулы получены методом применения на результаты наименьших квадратов. Коэффициенты сопротивления контактного элемента аппарата, определенные в связи с изменением угла наклона поверхности прохождения газового потока,

приведены ниже.

Согласно этому выявлено, что при  $\sin\beta=60^\circ$   $\zeta=1,8$ ; при  $\Delta k=0,91$ ,  $\sin\beta=45^\circ$   $\zeta=2$ ; при  $\Delta k=0,81$  и  $\sin\beta=30^\circ$   $\zeta=2,2$ ;  $\Delta k=0,68$ . Погрешность между теоретическими и экспериментальными исследованиями не превысила 5 %.

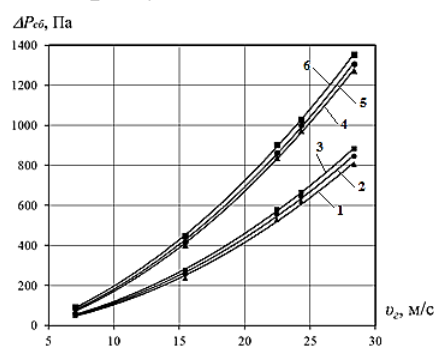
На втором этапе суммарное гидравлическое сопротивление аппарата определялось экспериментальным путём при различных значениях переменных факторов. Для экспериментов были отобраны пыль кварцевого песка и пыль доломита, образующиеся в сырьевом цехе АО «Quvasoykvars». Экспериментальные испытания проводились на основе основных физико-химических характеристик пыли. В ходе экспериментов для смеси пыли и газа кварцевого песка назначено  $\rho_{\text{смесь}}=1,89$  кг/м<sup>3</sup> (345,4 мг/м<sup>3</sup> для смеси порошка кварцевого песка по ГОСТ-22551-77), для смеси пыли доломита и газа  $\rho_{\text{смесь}}=2,13$  кг/м<sup>3</sup> (360,3 мг/м<sup>3</sup> для доломитовой пыли по ГОСТ-23672-79). При определении суммарного гидравлического сопротивления аппарата использовали электронный измерительный прибор JM-510 и рекомендуемое уравнение (4). Полученные теоретические и экспериментальные значения сравнивались и выбирались средние арифметические значения. Учитывая многофакторный характер исследований по определению гидравлического сопротивления, были построены сравнительные графики для низких и высоких нагрузок гидравлического сопротивления (рисунки 4-9).

Результаты экспериментов по влиянию смеси пыли кварцевого песка и газа на гидравлическое сопротивление представлены на рисунках 4, 5 и 6.



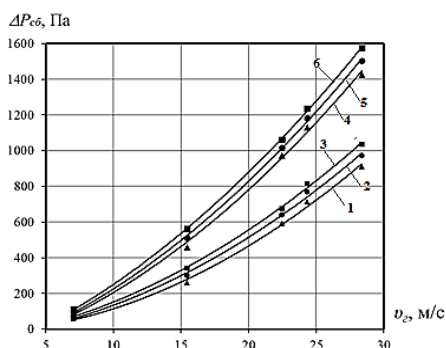
**Рис. 4.**

При  $\alpha=60^\circ$  и  $\rho_{\text{г}}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const



**Рис. 5.**

При  $\alpha=45^\circ$  и  $\rho_{\text{г}}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const



**Рис. 6.**

При  $\alpha=30^\circ$  и  $\rho_{\text{г}}=1,89$  кг/м<sup>3</sup>-const

- 1 – при  $d_{\text{ш}}=2$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,07$  м<sup>3</sup>/час;
- 2 – при  $d_{\text{ш}}=2,5$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,071$  м<sup>3</sup>/час;
- 3 – при  $d_{\text{ш}}=3$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,072$  м<sup>3</sup>/час;
- 4 – при  $d_{\text{ш}}=2$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,253$  м<sup>3</sup>/час;
- 5 – при  $d_{\text{ш}}=2,5$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,295$  м<sup>3</sup>/час;
- 6 – при  $d_{\text{ш}}=3$  мм  $Q_{\text{ж}}=0,327$  м<sup>3</sup>/час.

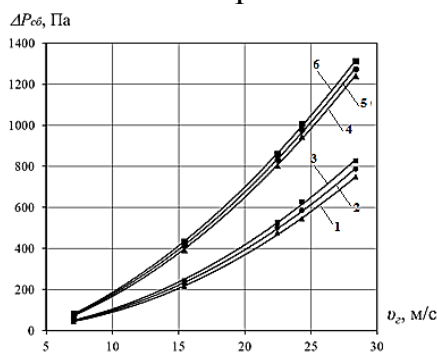
**Рис. 4-6. Зависимость изменения скорости газа  $v_{\text{г}}$  от гидравлического сопротивления  $\Delta P_{\text{сб}}$  в аппарате подачи жидкости.**

Как видно на рис. 4, 5 и 6, для скорости газа до  $v_{\text{г}}=7,07\div 28,37$  м/с, промежуточного шага 4 м/с, и наклоне рабочего органа контактного элемента,

придающего потоку газа вихревое движение  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  и  $60^\circ$  наблюдалось увеличение минимальных и максимальных нагрузок гидравлического сопротивления для минимальных значений расхода жидкости  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_{ж}=0,07$  м<sup>3</sup>/час-const с  $\Delta P_{сб}=668$  Па до 910 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=106$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=136$  Па. Для  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_{ж}=0,071$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=702$  Па до 970 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=127$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=141$  Па, и для  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_{ж}=0,072$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=737$  Па до 1036 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=153$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=146$  Па.

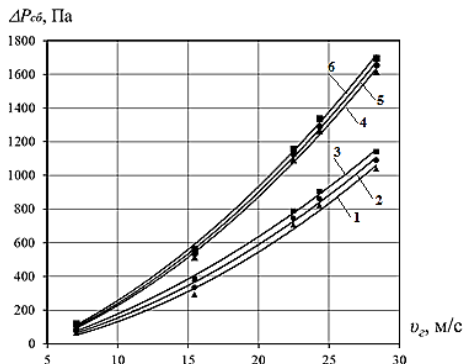
Для максимальной нагрузки гидравлического сопротивления, максимальных значений расхода жидкости для  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_{ж}=0,253$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1106$  Па до 1425 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=153$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=166$  Па. Для  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_{ж}=0,295$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1136$  Па до 1502 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=197$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=169$  Па, и для  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_{ж}=0,327$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1170$  Па до 1574 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=220$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=184$  Па.

Результаты экспериментов по влиянию смеси доломитовой пыли и газа на гидравлическое сопротивление представлены на рис. 7, 8 и 9.



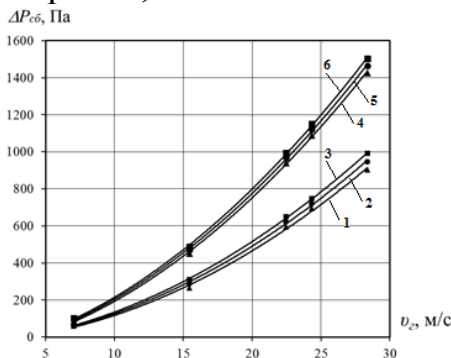
**Рис. 7.**

При  $\alpha=60^\circ$  и  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const



**Рис. 9.**

При  $\alpha=30^\circ$  и  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const



**Рис. 8.**

При  $\alpha=45^\circ$  и  $\rho_{г}=2,13$  кг/м<sup>3</sup>-const

- 1 – при  $d_{ш}=2$  мм  $Q_{ж}=0,07$  м<sup>3</sup>/час;
- 2 – при  $d_{ш}=2,5$  мм  $Q_{ж}=0,071$  м<sup>3</sup>/час;
- 3 – при  $d_{ш}=3$  мм  $Q_{ж}=0,072$  м<sup>3</sup>/час;
- 4 – при  $d_{ш}=2$  мм  $Q_{ж}=0,253$  м<sup>3</sup>/час;
- 5 – при  $d_{ш}=2,5$  мм  $Q_{ж}=0,295$  м<sup>3</sup>/час;
- 6 – при  $d_{ш}=3$  мм  $Q_{ж}=0,327$  м<sup>3</sup>/час.

**Рис. 7-9. Зависимость изменения скорости газа  $v_{г}$  от гидравлического сопротивления  $\Delta P_{сб}$  в аппарате подачи жидкости.**

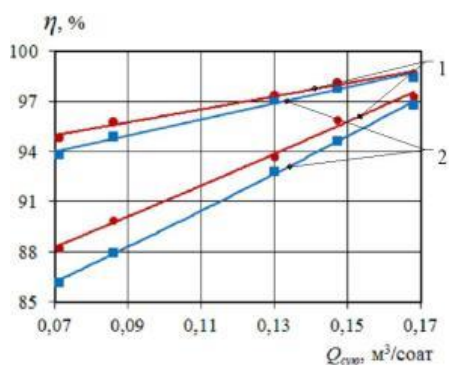
Как видно на рис. 7, 8 и 9, для скорости газа до  $v_r=7,07\div 28,37$  м/с, промежуточного шага 4 м/с, и наклоне рабочего органа контактного элемента, придающего потоку газа вихревое движение  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  и  $60^\circ$  наблюдалось увеличение минимальных и максимальных нагрузок гидравлического сопротивления для минимальных значений расхода жидкости  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_{ж}=0,07$  м<sup>3</sup>/час-const с  $\Delta P_{сб}=749$  Па до 1036 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=134$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=153$  Па. Для  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_{ж}=0,071$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=787$  Па до 1088 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=142$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=159$  Па, и для  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_{ж}=0,072$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=826$  Па до 1140 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=149$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=165$  Па.

Для максимальной нагрузки гидравлического сопротивления, максимальных значений расхода жидкости для  $d_{ш}=2$  мм,  $Q_{ж}=0,253$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1240$  Па до 1615 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=188$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=187$  Па. Для  $d_{ш}=2,5$  мм,  $Q_{ж}=0,295$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1275$  Па до 1656 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=192$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=189$  Па, и для  $d_{ш}=3$  мм,  $Q_{ж}=0,327$  м<sup>3</sup>/час-const наблюдалось увеличение с  $\Delta P_{сб}=1312$  Па до 1697 Па. Если промежуточный шаг между значениями рабочей поверхности  $\alpha=30^\circ$  и  $45^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=195$  Па, то между значениями  $\alpha=45^\circ$  и  $60^\circ$  составил  $\Delta P_{сб}=190$  Па.

Эмпирические формулы были получены для адекватного представления процесса с использованием метода наименьших квадратов для графических зависимостей, показанных на рисунках 4-9.

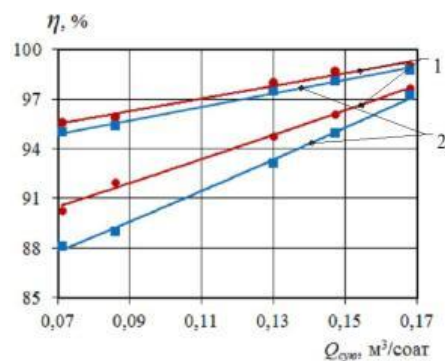
На третьем этапе образцы пыли определялась эффективность очистки аппарата в зависимости от изменения гидравлического сопротивления путём количественной подачи образцов пыли с помощью шнекового питателя (6), установленного на трубе всасывания пылевого газа аппаратного вентилятора (1). В экспериментальных исследованиях средний размер медианы измельченных частиц был принят равным  $\delta_{50}=15$  мкм для пыли кварцевого песка и  $\delta_{50}=8,5$  мкм для доломитовой пыли. Для определения эффективности очистки аппарата были использованы исследовательские работы К.Т. Semgau и многоступенчатое лабораторное оборудование ПА-40М. Полученные теоретические и экспериментальные значения сравнивались и выбирались средние арифметические значения. Построены сравнительные графики зависимости эффективности очистки  $\eta$  от расхода жидкости  $Q_{ж}$ . Результаты экспериментов приведены на рис. 10-12.





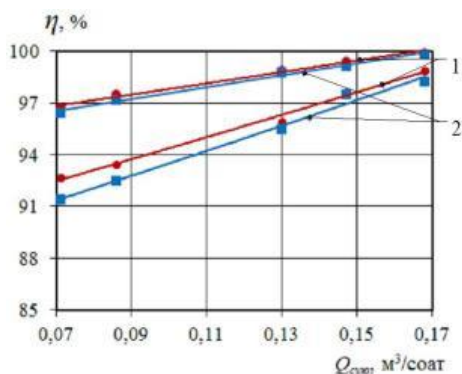
$\alpha=30^{\circ}$ -const.

**Рис. 10.**



$\alpha=45^{\circ}$ -const.

**Рис. 11.**



$\alpha=45^{\circ}$ -const.

**Рис. 12.**

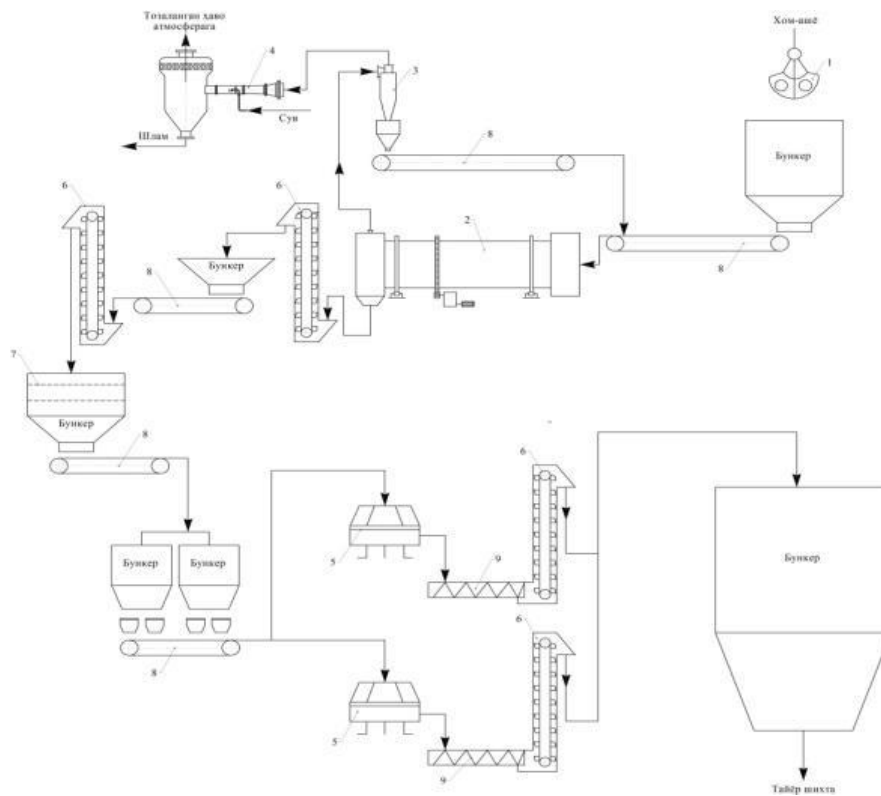
1-пыль кварцевого песка;  
2- пыль доломита  
при  $d_{ш}=2$  мм  $Q_{ж}=0,07$  м<sup>3</sup>/час;  
при  $d_{ш}=2,5$  мм  $Q_{ж}=0,071$  м<sup>3</sup>/час;  
при  $d_{ш}=3$  мм  $Q_{ж}=0,072$  м<sup>3</sup>/час;  
при  $d_{ш}=2$  мм  $Q_{ж}=0,253$  м<sup>3</sup>/час;  
при  $d_{ш}=2,5$  мм  $Q_{ж}=0,295$  м<sup>3</sup>/час;  
при  $d_{ш}=3$  мм  $Q_{ж}=0,327$  м<sup>3</sup>/час.

**Рис. 10-12. Зависимость эффективности очистки  $\eta$  от расхода жидкости  $Q_{ж}$ .**

Данные на рис. 7, 8 и 9 показывают, что уменьшение угла наклона лопастей контактного элемента, увеличение расхода газа и увеличение расхода жидкости приводят к увеличению гидравлического сопротивления. Это, в свою очередь, способствует повышению эффективности очистки оборудования. Например, если эффективность очистки от пыли кварцевого песка на нижнем пределе скорости газа и расхода жидкости составила  $88,22 \div 92,65$  %, а эффективность удаления доломитовой пыли  $86,17 \div 91,4$  %, то эффективность очистки от пыли кварцевого песка на верхнем пределе скорости газа и расхода жидкости составила  $98,62 \div 99,72$  %, а эффективность удаления доломитовой пыли  $98,43 \div 99,46$  %.

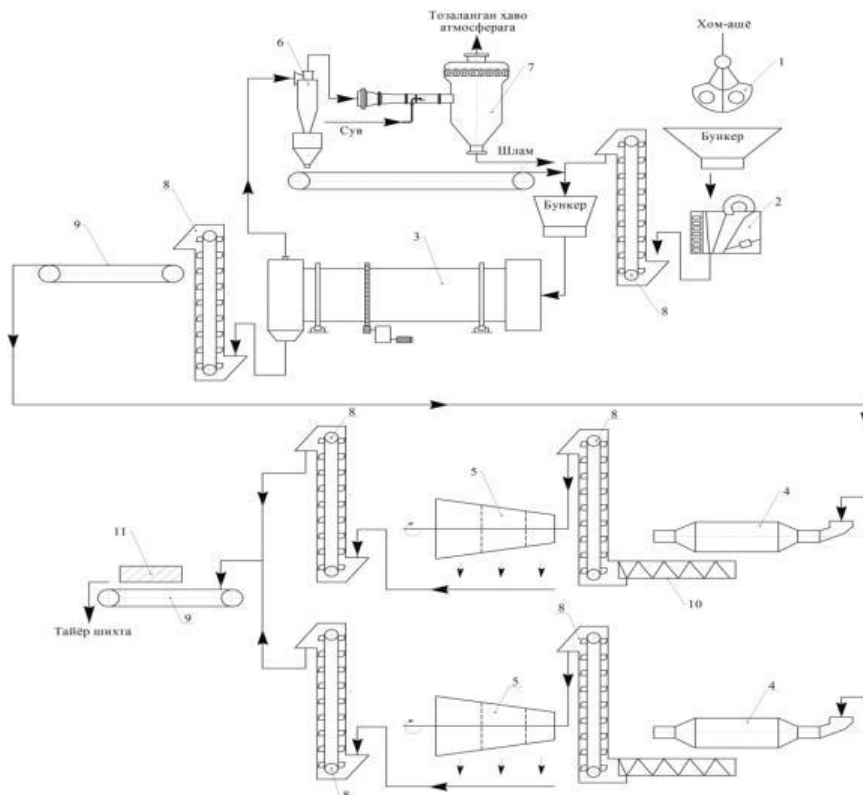
Эмпирические формулы были получены для адекватного представления процесса с использованием метода наименьших квадратов для графических зависимостей, показанных на рисунках 4-9.

В четвертой главе диссертации «**Промышленное применение аппаратов мокрого пылеулавливания и газоочистки и оценка их экономической эффективности**», на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны предварительные требования и техническое задание на аппараты мокрого пылеулавливания и газоочистки, на основании которых проведены экспериментальные испытания в цехах подготовки сырья АО «Quvasoykvars». Аппарат был установлен на сети очистки пыли кварцевого песка, образующейся на сушильном барабане технологической линии сушки кварцевого песка, а также на сети очистки доломитовой пыли, образующейся на сушильном барабане технологической линии сушки доломита АО «Quvasoykvars». Рис. 13 и 14



**Рис. 13. Технологическая линия осушки кварцевого песка.**

1 – ковшевой грейфер; 2 – сушильный барабан; 3 – циклон НИОГАЗ; 4 – аппарат мокрого пылеулавливания и газоочистки; 5 – смеситель; 6 – ковшевой элеватор; 7 – сортировочная машина; 8 – ленточный конвейер; 9 – винтовой конвейер;



**Рис. 14. Технологическая линия осушки доломита.**

1 – ковшевой грейфер; 2 – дробилка; 3 – сушильный барабан; 4 – шаровая мельница; 5 – сортировочная машина; 6 – циклон НИОГАЗ; 7 – аппарат мокрого пылеулавливания и газоочистки; 8 – ковшевой элеватор;

При проведении промышленных испытаний были выбраны следующие параметры: наклон рабочего органа контактных элементов, придающих потоку газа вихревое движение  $\alpha=30^\circ$ ;  $45^\circ$  и  $60^\circ$ , диаметр штуцерного отверстия для распыления жидкости  $d_{шт}=2$ ; 2,5 и 3 мм, скорость газа в аппарате  $v_r=7,07\div 28,37$  м/с, расход подачи жидкости в аппарат  $70\div 189,2$  л/час. Температура окружающей среды составляла  $20\pm 2$  °С, температура запыленного газа, выходящего из барабанной сушилки, была выбрана равной  $90$  °С для пыли кварцевого песка и  $65\div 80$  °С для пыли доломита.

Учитывая многофакторный характер экспериментов, был использован метод математического планирования для определения эффективности очистки и энергопотребления устройства. В соответствии с ним было определено, что выбранные в качестве переменных диаметр отверстия сопла ( $X_1$ ), расход жидкости ( $X_2$ ), угол наклона лопаток контактного элемента ( $X_3$ ) и скорость газа ( $X_4$ ), являются наиболее важными факторами, влияющими на эффективность очистки и энергопотребление аппарата. В качестве определяемых критериев были приняты эффективность очистки ( $Y_1$ ) и потребляемая энергия ( $Y_2$ ). Эксперименты проводились на основе плана HARTLI-4, предполагая, что вторичный полином полностью характеризует влияние переменных на определяемые критерии.

Чтобы свести к минимуму влияние неконтролируемых факторов на определяемые критерии, последовательность экспериментов определялась с использованием вида 1/17 таблицы случайных чисел. Для определения эффективности очистки от пыли кварцевого песка и доломитовой пыли, а также оптимальных параметров энергопотребления, эксперименты проводились по пять раз в отдельности друг от друга. Были выбраны среднеарифметические значения экспериментальных результатов. При определении уровня очистки использовались многокомпонентный газоанализатор ПА-40М, а также исследования К.Т.Semrau для определения энергопотребления. Результаты проведенных экспериментов представлены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1**

**Зависимость эффективности очистки пыли кварцевого песка и энергопотребления от факторов**

$X_1$ $d_{шт}, \text{мм}$	$X_2$ $Q_c, \text{м}^3/\text{час}$	$X_3$ $\alpha, \text{градус}$	$X_4$ $v_c, \text{м/с}$	$Y_1$ $\eta, \%$	$Y_1$ $K_{КЭА}, \text{кЖ}/1000\text{м}^3$
2	0,070	30	28,3	94,61	190,4
3	0,070	30	28,3	94,92	195,6
2	0,178	30	7,07	99,79	260
3	0,178	30	7,07	99,85	281
2	0,070	60	7,07	93,89	120
3	0,070	60	7,07	95,8	131
2	0,178	60	28,3	99,1	452
3	0,178	60	28,3	99,51	456
2	0,124	45	17,68	99,78	295,5
3	0,124	45	17,68	99,87	302

2,5	0,070	45	17,68	94,72	165
2,5	0,178	45	17,68	99,92	360
2,5	0,124	30	17,68	99,47	290
2,5	0,124	60	17,68	99,72	270
2,5	0,124	45	7,07	99,89	180
2,5	0,124	45	28,3	99,15	220
2,5	0,124	45	17,68	99,69	300

Таблица 2

**Зависимость эффективности очистки доломитовой пыли и энергопотребления от факторов**

X <sub>1</sub> d <sub>ш</sub> , мм	X <sub>2</sub> Q <sub>с</sub> , м <sup>3</sup> /час	X <sub>3</sub> α, градус	X <sub>4</sub> v <sub>с</sub> , м/с	Y <sub>1</sub> η, %	Y <sub>1</sub> K <sub>кэа</sub> , кЖ/1000м <sup>3</sup>
2	0,070	30	28,3	95,63	191,4
3	0,070	30	28,3	95,95	196,4
2	0,178	30	7,07	99,89	260,6
3	0,178	30	7,07	99,89	282,3
2	0,070	60	7,07	94,87	121,5
3	0,070	60	7,07	95,86	131,6
2	0,178	60	28,3	99,22	453
3	0,178	60	28,3	99,65	457
2	0,124	45	17,68	99,87	296,4
3	0,124	45	17,68	99,91	303,5
2,5	0,070	45	17,68	95,78	166
2,5	0,178	45	17,68	99,92	361,2
2,5	0,124	30	17,68	99,48	291
2,5	0,124	60	17,68	99,78	271
2,5	0,124	45	7,07	99,89	180
2,5	0,124	45	28,3	99,45	222,6
2,5	0,124	45	17,68	99,89	301

Результаты эксперимента обрабатывались в соответствующем порядке, и следующие уравнения регрессии, адекватно представляющие критерии оценки, были получены по программе HARTLI-4 программы «PLANEX».

Эффективность очистки в аппарате пыли кварцевого песка определяется следующим уравнением регрессии, %

$$Y_1 = +99,347 + 0,172X_1 + 2,570X_2 + 0,000X_3 - 0,370X_4 + 0,000X_1X_1 + 0,000X_1X_2 + 0,406X_1X_3 - 0,274X_1X_4 - 2,369X_2X_2 + 0,338X_2X_3 - 0,252X_2X_4 + 0,000X_3X_3 - 0,331X_3X_4 + 0,000X_4X_4 \quad (9)$$

Эффективность очистки в аппарате пыли доломита определяется следующим уравнением регрессии, %

$$Y_1 = +99,827 + 0,187X_1 + 2,031X_2 + 0,145X_3 - 0,217X_4 + 0,067X_1X_1 - 0,085X_1X_2 + 0,166X_1X_3 + 0,000X_1X_4 - 1,963X_2X_2 + 0,200X_2X_3 - 0,386X_2X_4 - 0,186X_3X_3 + 0,000X_3X_4 - 0,145X_4X_4 \quad (10)$$

Энергия, затрачиваемая в аппарате для очистки пыли кварцевого песка, определяется по следующему уравнению регрессии, кЖ/1000 м<sup>3</sup>

$$Y_2 = +267,948 + 4,777X_1 + 97,483X_2 - 0,017X_3 + 19,883X_4 + 36,449X_1X_1 + 1,096X_1X_2 - 1,404X_1X_3 - 2,854X_1X_4 + 0,000X_2X_2 + 42,888X_2X_3 + 39,054X_2X_4 + 17,666X_3X_3 + 4,121X_3X_4 - 62,500X_4X_4 \quad (11)$$

Энергия, затрачиваемая в аппарате для очистки пыли доломита, определяется по следующему уравнению регрессии, кЖ/1000 м<sup>3</sup>

$$Y_2 = +269,154 + 4,793X_1 + 97,683X_2 - 10,017X_3 + 21,267X_4 + 36,397X_1X_1 + 1,329X_1X_2 - 1,579X_1X_3 - 2,863X_1X_4 + 0,000X_2X_2 + 41,471X_2X_3 + 39,104X_2X_4 + 17,397X_3X_3 + 3,913X_3X_4 - 62,386X_4X_4 \quad (12)$$

Для определения оптимальных значений факторов, влияющих на исследуемые процессы, то есть эффективности очистки аппарата и энергопотребления, уравнения регрессии решались отдельно для процесса очистки пыли кварцевого песка и пыли доломита. При этом были приняты требования ГОСТ-62-198-142 и ГОСТ-67-198-142 при условии, что эффективность пылеулавливания кварцевого песка была выше 98,7 %, а эффективность удаления доломитовой пыли была выше 98,9 %. Эта задача была решена на ПК «Pentium IV» с помощью программы Excel «Поиск решений», где были получены оптимальные значения переменных в закодированном виде и закодированные значения были преобразованы в натуральные.

Таким образом, оптимальные параметры аппарата для процесса очистки выбранных образцов пыли были стандартизированы, и они могут быть записаны следующим образом.

Для очистки пыли кварцевого песка:

При данных значениях переменных факторов диаметра штуцерного отверстия  $d_{шт} = 2,8$  мм; расхода жидкости  $Q_{ж} = 0,124$  м<sup>3</sup>/час, угла наклона лопастей контактного элемента  $\alpha = 47^\circ$ , скорости запылённого газа  $v = 17,68$  м/с энергопотребление аппарата составило 3,2 кВт/час, эффективность очистки 99,72 %, и гидравлическое сопротивление 1360,4 Па.

Для очистки пыли доломита:

При данных значениях переменных факторов диаметра штуцерного отверстия  $d_{шт} = 2,6$  мм; расхода жидкости  $Q_{ж} = 0,138$  м<sup>3</sup>/час, угла наклона лопастей контактного элемента  $\alpha = 44^\circ$ , скорости запылённого газа  $v = 20,4$  м/с энергопотребление аппарата составило 2,8 кВт/час, эффективность очистки 99,46 %, и гидравлическое сопротивление 1250,7 Па.

Согласно результатам экспериментов, по сравнению с существующими аппаратами мокрой очистки эффективность очистки на 4,46 % выше для пыли кварцевого песка и на 5,43 % выше для доломитовой пыли, обеспечено снижение расхода 1 м<sup>3</sup> жидкости для очистки воздуха в 2,5 раза, а также потребления энергии в 0,8 раза, в результате чего получена экономическая эффективность в размере 244,8 млн. сум в год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

1. Рекомендована конструктивная схема аппарата мокрого пылеулавливания и газоочистки.
2. Исследованы гидродинамические режимы аппарата и изучено его влияние на эффективность очистки и потребление энергии.
3. Определено коэффициент сопротивления при различных значениях угла наклона контактного элемента аппарата, а также рекомендованы поправочные коэффициенты.
4. Определено изменение гидравлического сопротивления в зависимости от скорости поступающего в аппарат запыленного газа и расхода жидкости.
5. При проведении промышленных испытаний использован метод математического планирования, обоснованы оптимальный режим работы и конструктивные размеры аппарата.
6. На основании полученных результатов рекомендованы эффективный способ и аппарат мокрого пылеулавливания и газоочистки.

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

---

**FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE**

**ERGASHEV NASIMBEK AXMADJONOVICH**

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL BASES OF INDUSTRIAL USE OF THE  
DEVICE FOR WET DUST COLLECTION AND CLEANING**

**02.00.16 - Processes and apparatuses of chemical technologies and food production  
(technical sciences)**

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

**Tashkent – 2021**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2021.2.PhD/T403**

The dissertation was carried out at the Fergana polytechnic institute.

The thesis abstract in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on the web page of the academic council at (www.tdtu.uz) and information-educational portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

**Scientific supervisor:** **Alimatov Bakhodir Abdumannonovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Abdullaev Alisher Shonazarovich**  
**Doctor of Technical Sciences, Associate Professor**

**Khudoiberdiev Absalom Abdurasulovich**  
doctor of technical sciences, s.e.e.

**Leading organization:** **Tashkent State Technical University**  
**named after Islam Karimov**

The defense of the dissertation will take place «15» 08 2021 at 12<sup>00</sup> the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at the Tashkent chemical-technological institute. (Address:100011, Tashkent, Shaykhontohur region, A.Navoi St., 32. phone.: (99871 244-79-21, fax: +99871 244-79-17, email: tkti\_info@edu.uz).

The dissertation has been registered at the Information Resource of the Tashkent Chemical Technological Institute under №10 Address: Navoi str., 32, Tashkent, 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, Tel.: +998-71-244-79-20).

The dissertation author's abstract was sent out on «13» 08 2021.  
(mailing protocol № 11 of «13» 08 2021.



**S.M.Turobjonov**  
Chairman of scientific council for  
awarding of scientific degree,  
doctor of technical sciences, Professor

**X.I.Qodirov**  
Scientific secretary of scientific council  
awarding of scientific degree,  
doctor of chemical sciences, docent

**Q.O.Dodaev**  
Chairman of scientific seminar under scientific  
council on award of scientific degree,  
doctor of technical sciences, professor



## **INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)**

**The purpose of the study** is to substantiate the operating parameters of a wet dust collector and a gas cleaning device, as well as its application in industrial conditions.

**The object of the study** is quartz sand and dolomite dust formed during the production process in the raw material preparation shop of JSC "Quvasoykvars", as well as a device for wet dust collection and gas cleaning.

### **The scientific novelty of the research is as follows:**

a structural diagram of the device for wet dust collection and gas cleaning has been developed;

the coefficient of resistance of the choke hole for spraying the working fluid in the apparatus is determined;

the coefficient of resistance of the apparatus is determined by the ratio of the total surface area of the blades of the contact element to the surface of the flow, and correction factors are taken into account;

hydraulic resistances are determined depending on the speed of the dusty gas entering the apparatus and the flow rate of the liquid;

the influence of the hydraulic resistance of the equipment on the cleaning efficiency and energy consumption was studied;

the optimal parameters of the apparatus are substantiated by using the method of mathematical planning for the results of the obtained experiments.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained, to ensure high cleaning efficiency with low energy consumption in a wet dust collection and gas cleaning apparatus:

the method and apparatus for cleaning dust gases has been introduced into the "Preparation of raw materials" workshop of JSC "Quvasoykvars" for the purification of quartz sand and dolomite dust (State Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan dated 10.30. 2020). As a result, the efficiency of cleaning the apparatus of quartz sand was 99,72 %, dolomite dust – 99,46 %.

an energy-saving dust-collecting apparatus has been introduced into the "Preparation of raw materials" workshop of JSC "Quvasoykvars" (State Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Uzbekistan dated October 30, 2020 No. 02-02/8-1588 dated October 30, 2020). As a result, in comparison with the existing devices, the cleaning efficiency was 4,46 % for quartz sand and 5,43 % for dolomite dust, and it was also possible to reduce water consumption by 2.5 times.

**The structure and scope of the thesis.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of sources used. And applications. The main text materials are 116 pages long.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Эргашев Н.А. Исследование гидравлического сопротивления пылеулавливающего устройства мокрым способом // Universum: Технические науки. –М., 2019.–№ 12 (69).– С. 59-62. (02.00.00; №1)

2. Ergashev N. A., Isomidinov A. S., Alimatov B. A Determination hydraulic resistance of device that has the vortex flow creating contact element // Austrian journal of technical and natural sciences. – Vienna. 2020.–№ 3-4.–P.15-22. (02.00.00.№2).

3. Эргашев Н.А., Маткаримов Ш.А., Зияев А.Т., Тожибоев Б.Т., Қўчқоров Б.У. Опытное определение расхода газа, подаваемого на пылеочищающую установку с контактным элементом, работающим в режиме спутникового вихря // Universum: Технические науки. – М., 2019. –№12 (69).– С. 54-58. (02.00.00; №1).

4. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Ахунбаев А.А. Энергетическая эффективность абсорбционной газоочистки // Фарғона политехника институтининг илмий-техник журнали. – Фарғона, 2017. – №4. – Б. 140–143. (05.00.00.№20).

5. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Каримов И.Т. Контакт элементи буралган йўлдош қуюнли режимда ишловчи ҳўл усулда чанг тозаловчи аппарат // Фарғона политехника институтининг илмий-техник журнали. – Фарғона, 2019. – №2. – Б. 147–152. (05.00.00.№20).

6. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Ахунбаев А.А. Шиша ишлаб чиқариш саноат чангларининг дисперс таркибини аниқлаш // Фарғона политехника институтининг илмий-техник журнали. – Фарғона, 2019. – №3. – Б. 194–197. (05.00.00.№20).

7. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А. Контакт элементи буралган йўлдош - қуюнли режимда ишловчи ҳўл усулда чанг тозаловчи қурилмада гидравлик қаршилиқларни тажрибавий аниқлаш // Фарғона политехника институтининг илмий-техник журнали. – Фарғона, 2020. – №2. – Б. 182-184. (05.00.00.№20).

**II бўлим (II часть; II part)**

8. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Дикевич А.В. Затраты энергии в мокром пылеуловителе при производстве дорожно-строительных материалов // Энерго-ресурсосберегающие и экологически чистые технологии в дорожной и строительной отраслях. Международная научно-практическая конференция. – Белгород, 2018. – С. 232-238.

9. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Ахунбаев А.А. Намуна учун танланган чангларининг дисперс таркибини тажрибавий аниқлаш // Global science and innovations 2019: Central Asia. материалы V-Международной научно-практической конференции. – Астана, 2019. – С. 276-279.

10. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Герасимов М.Д., Дикевич А.В.

Повышение эффективности пылеулавливания в производстве дорожно – строительных материалов // Энерго-ресурсосберегающие и экологически чистые технологии в дорожной и строительной отраслях. Международная научно-практическая конференция. – Белгород, 2018. – С. 228-232.

11. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Хошимов Ж.Н. Хўл усулда чанг ва газларни тозаловчи аппаратга берилаётган суюқлик сарфини тажрибавий аниқлаш // “Кимё, қурилиш материаллари саноати ҳамда турдош ишлаб чиқариш соҳаларига инновацион техника ва технологияларни жорий этишнинг долзарб муаммолари” мавзусида I-Халқаро илмий-амалий анжумани 2019. – Б. 351-352.

12. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Қодиров Д.Р. Хўл усулда чанг ва газларни тозаловчи аппаратга берилаётган газ сарфини тажрибавий аниқлаш // Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях. I-Международной научно-практической конференции. – Фергана, 2019. – Б. 349-351.

13. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Кўчқоров Б. Контакт элементи буралган йўлдош қуюнли режимда ишловчи хўл усулда чанг тозаловчи қурилмага берилаётган газ сарфини тажрибавий аниқлаш // Машинасозлик ишлаб чиқариш ва таълим муаммолари ва инновацион ечимлар: Республика илмий-техник анжумани.– Фарғона, 2019. – Б. 315-318

14. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Каримов И.Т., Арипов Б.К. Хўл усулда чангли ва захарли газларни тозаловчи янги аппарат // Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлиги ва энерго-ресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари.– Андижон, 2018. – Б. 259-262

15. Эргашев Н.А., Тошпўлатова Ш.И., Омонуллохонов А. “Кварц” АЖда чанг ушлаш қурилмаларини жорий этиш муаммолари // Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях. I-Международной научно-практической конференции. – Фергана, 2019. – Б. 310-311.

Автореферат «Кимё ва кимё технологияси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 20/21.

Гувоҳнома № 851684.  
«Тірограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.