

Ш.Музафаров, Б.Тагаев, Б.Эркинов

**ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ  
ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАН  
АЖРАЛИБ ЧИҚАЁТГАН ЧАНГЛАРНИ  
ЭЛЕКТР ФИЛЬТРДА ТОЗАЛАШ**

(Монография)

УЎК 631.371:621.365(075.8)

КБК

**Ш.Музафаров, Б.Тагаев, Б.Эркинов.**

“Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангларни электр филтлда тозалаш”- монография. Т.: “PUBLISHING HIGH FUTURE” ОК nashriyoti, 2024. – 112 bet.

Мазкур монографияда пахта хом ашёсига дастлабки ишлов бериш технологик жараёнларидаги чангланган ҳавони майда чангдан тозалаш учун электр филт ва уни амалиётини таъминлайдиган энергетик ускунанинг техник тафсилоти баён этилган ҳамда ишлаб чиқилган электр филтнинг техник таснифлари, конструкторив ва режим параметрларини аниқлаш бўйича ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар ҳамда натижалари келтирилган.

Ушбу монография қишлоқ хўжалиги соҳасидаги олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасаларидаги талабалар, магистрантлар, докторантлар, мустақил изланувчи тадқиқотчилар ва ишлаб чиқариш соҳасидаги мутахасисларга мўлжалланган.

*Монография Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий тадқиқот институти илмий кенгашининг 2024 йил 28 сентябрь № 6-сонли қарори билан тасдиқланган ва чоп этиш учун тавсия этилган.*

#### **Тақризчилар:**

- |              |  |
|--------------|--|
| А.Т.Росабоев | Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти Инновацион ишланмаларни жорий этиш ва маркетинг бўлими етакчи мутахасиси, техника фанлари номзоди, катта илмий ходим |
| К.Ш.Кадиров  | ЎзР ФА Энергетика муаммолари институти “Энергия самарадорлиги ва энергия тежаш тизимлари” лабораторияси мудир, техника фанлари доктори, катта илмий ходим                      |
| А.С.Бердишев | “ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Электротехнологиялар ва электр ускуналар эксплуатацияси” кафедраси мудир, техника фанлари доктори, доцент                              |

ISBN: 978-9910-725-40-1 © “PUBLISHING HIGH FUTURE” ОК, 2024

## МУНДАРИЖА

<b>КИРИШ</b> .....	6
<b>I- БОБ ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАГИ ҲАВОНИ ТОЗАЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ҲОЗИРГИ ХОЛАТИ ..</b>	10
1.1-§ Технологик жараёнлардан ажралиб чиқан аэрозол заррачаларнинг хоссалари .....	10
1.2-§ Технологик жараёнлардан ажралиб чиқан аэрозол заррачаларни тозалашнинг мавжуд усуллари ва қурилмалари .....	13
1.3-§ Электр филтрларни таъсир қилиш негизини таҳлили .....	17
1.4-§ Мавжуд электр филтрларнинг таъминловчи агрегатлари..	19
1.5-§ Технологик жараёнлардаги ҳавони тозалаш учун стример шаклдаги тож разрядидан фойдаланишнинг таҳлили .....	25
Биринчи боб бўйича хулосалар .....	31
<b>II-БОБ ҲАВО ОҚИМИДАН АЭРОЗОЛ ЗАРРАЧАЛАРНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ НАЗАРИЙ ТАДҚИҚИ ....</b>	32
2.1-§ Юқори кучланишли униполяр импульслар билан таъминланганда электр филтрнинг параметрлари ўртасидаги боғлиқлик .....	32
2.2-§ Электр филтрда чанг заррачаларига таъсир этадиган кучлар .....	37
2.3-§ Бир қутбли юқори кучланиш билан икки томонлама таъминот манбасини ишлаб чиқиш .....	38
2.4-§ Юқори кучланишли униполяр импульсларни ишлаб чиқарувчи икки томонлама таъминот манбайини таҳлили асосида жараёнинг математик моделини ишлаб чиқиш .....	43
Иккинчи боб бўйича хулосалар .....	49

<b>Ш-БОБ</b>	<b>ЧАНГЛАНГАН ҲАВО ОҚИМИДАН АЭРОЗОЛ ЗАРРАЧАЛАРНИ ТОЗАЛАШ БЎЙИЧА ЎТКАЗИЛГАН ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР УСУЛЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ .....</b>	<b>50</b>
3.1-§	Игна̀ли потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини максимал разряди токи бЎйи́ча аниқлаш усули .....	50
3.2-§	Ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тозалаш даражасига кўра игна̀ли потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини аниқлаш усули .....	53
3.3-§	Игна̀ли потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини максимал разряд токи бЎйи́ча аниқлаш натижалари .....	59
3.4-§	Ҳаво оқимидан аэрозол зарраларидан тозалаш даражасига кўра игна̀ли потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини ўрганиш натижалари .....	60
3.5-§	Электр филт́рда чанг бостириш жараёнини математик моделлаштириш .....	68
	Учинчи боб бЎйи́ча хулосалар .....	77
<b>IV- БОБ</b>	<b>ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАН АЖРАЛИБ ЧИҚҚАЁТГАН ЧАНГЛИ ҲАВОНИ ТОЗАЛАШДА ЭЛЕКТР ФИЛЬТРДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ .....</b>	<b>78</b>
4.1-§	Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққаётган чангли ҳавони тозалашда электр филт́рни ишлаш шароитларини ўрганиш натижалари .....	78
4.2-§	Электр филт́рнинг тажриба нусхасини тайёрлаш натижаси	83

4.3-§	Пахта тозалаш корхонасининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққаетган чангли ҳавони тозалаш учун электр филтърнинг ишлаб чиқариш синовлари .....	87
4-§	Пахта тозалаш корхоналарида электр филтърлар тизимидан фойдаланишда техника хавфсизлиги .....	90
4.5-§	Пахта тозалаш корхонасининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққаетган чангли ҳавони тозалашда электр филтърдан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги .....	95
	Тўртинчи боб бўйича хулосалар .....	100
	<b>УМУМИЙ ХУЛОСАЛАР .....</b>	<b>101</b>
	<b>Фойдаланилган адабиётлар рўйхати .....</b>	<b>103</b>

## КИРИШ

**Мазкур монографияда келтирилган илмий тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда пахта хом ашёсига дастлабки ишлов бериш жараёнларида атмосферага чиқариладиган чанг миқдорини кескин камайтириш имконини берадиган ускуналарни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда «...дунё бўйича ҳар йили 27,5 млн. тонна пахта хом ашёси етиштирилишини ҳисобга олсак» пахта хом ашёсига ишлов бериш жараёнларида чиқаётган чангли ҳавони тозалайдиган энергия ва ресурстежамкор технологияларни амалиётга кенг жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан, пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан чиқаётган чангли ҳавони тозалаш бўйича энергия тежамкор технологиялар ва техник воситаларни такомиллаштириб кенг жорий этиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда пахта тозалаш саноатида пахта хом ашёга ишлов бериш жараёнида атмосферага чиқарилиб юборилаётган ҳавони чангдан тозалашнинг юқори самарали усуллар ва илмий-техникавий ечимларни ишлаб чиқишга қаратилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, электр технологик қурилмаларда энергетик ва экологик самарадорлигини ошириш учун тожли разрядли электр майдонларда разряд жараёнларини барқарорлаштириш усулини ишлаб чиқиш ва импульслар орасидаги ўткинчи жараёнда кучланишнинг ўзгаришини ҳисоблаш алгоритмларини аниқлаш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, стример шаклидаги тожли разрядни параметрларини асослаш ва электр филтрни разряд оралиғини электр таъминот занжирида ўткинчи жараёнининг математик моделини ишлаб чиқиш асосий вазифалардан биридир.

Республикамизда пахтага дастлабки ишлов бериш жараёнларидаги чанг миқдорини камайтириш билан атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва турли касалликларни олдини олиш мақсадида ҳавони тозалайдиган самарали ва

энергиятежамкор технологик курилмаларни яратиш ва такомиллаштириш ҳамда жорий этиш бўйича кенг қамровли ишлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёти стратегиясида, жумладан “...атроф-табiiй муҳит, аҳоли соғлиғи ва генофондига путур етказувчи экологик муаммоларнинг олдини олиш, энергия ресурсларни тежаш...” [1] вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, хусусан пахта тозалаш корхоналарида чангли ҳавони юқори самарада тозалаш учун униполяр импульсли кучланиш таъсирида ҳосил бўладиган стример шаклидаги тожли разряддан фойдаланишга асосланган электр филтрлар тизимини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш муҳим ҳисобланади.

Ушбу монографияда келтирилган илмий натижалар Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Фармони, 2022 йил 2 декабрдаги ПҚ-436-сон “2030 йилгача Ўзбекистон Республикасининг “Яшил” иқтисодиётга ўтишига қаратилган ислоҳатлар самарадорлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги Қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 22 июндаги “Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришни янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 397-сон қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа барча меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Бугунги кунга қадар пахта хом ашёси ва бошқа қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш технологик жараёнида чангланган ҳавони тозаловчи энергия тежамкор технологияларни такомиллаштириш, кучли электр майдонлар таъсирида чангли ҳавони тозалаш жараёнини энергетик ва экологик самарадорлигини ошириш билан разряд жараёнларини стабиллаштириш ва электр майдонларнинг куч таъсирларини ошириш бўйича илмий-тадқиқотлар бир қатор хорижий ва республикамиз олимлари, жумладан В.И.Попков,

Л.Э.Цырлин, Г.П.Усынин, И.П.Верещагин, В.А.Бабашкин, Г.В.Гончаренко, И.В.Гнедин, А.М.Зыков, К.И.Колчин, В.Н.Шапенко, А.В.Щербаков, В.И.Левитов, В.В.Нагорный, Г.М.Алиев, М.А.Альперович, И.А.Кизим, А.Д.Мальгин, И.К.Решидов, М.О.Штейнберг, O.Maur, W.Deutsch, N.Troost, F.Hesselbrock, H.J.White, S.Lung, R.Elhalm, N.Ymamur, Y.Lin, W.Liu, W.Xiang, S.Park, D.Ertl, V.Henke, A.Walker ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Электр филтрларни доимий, импульсли ва ўзгарувчан кутбли кучланиш билан таъминлаш ҳамда электр филтрларни ишлаш жараёнларини ростлаш ва автоматик бошқариш масалалари билан В.Н.Сокольский, G.W.Trichel, И.И.Мамаев, В.А.Кирилов, С.Н.Владимиров, А.В.Асютин, В.Н.Ужов, А.В.Гудков, В.М.Ткаченко, А.И.Валуев, И.Л.Пейсахов, G.Zheng, X.Xie, W.Simm, H.G.Eishold ва бошқалар илмий-тадқиқотлар олиб боришган ҳамда пахтага бирламчи ишлов беришда электр филтрлардан фойдаланиш имкониятлари Х.М. Каримов томонидан ўрганилган.

Аммо юқорида айтиб ўтилган тадқиқотларда пахта тозалаш корхоналарида чангли ҳавони тозалашда стример шаклдаги разряддан фойдаланиб чангли ҳавони электр майдонларда тозалаш жараёнини энергетик ва экологик самарадорлигини ошириш учун электр филтрлар тизимини қўллаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Шулардан келиб чиқиб мазкур ишда разряд жараёнини стабиллаштириш ва электродлар тизимини оптимал параметрларини асослаш, электр филтрлар тизимини ҳамда импульсли кучланиш манбаларини такомиллаштиришнинг илмий техник ечимларини ишлаб чиқиш мўлжалланган.

Тадқиқот Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг Энергетика муаммолар институтидаги Электротехнологиялар ва энергетик ускуналар эксплуатацияси илмий лабораториясида Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Фан ва технологиялар бўйича илмий кенгаш мажлисида 2021 йилнинг 27 декабрда муҳокамадан ўтказилиб Ўзбекистон Бош Вазири томонидан тасдиқланган дастур доирасида техника фанлари доктори, профессор Мухаммадиев Ашираф ва техника йўналиши бўйича



фалсафа доктори Тагаев Баходир Кучкарбекович томонидан бажарилган [2].

Мазкур монографияда:

- пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидаги ҳавони тозалаш тизимларининг ҳозирги ҳолати;

- ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тозалаш жараёнининг назарий тадқиқи;

- чангланган ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тозалаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар усуллари ва натижалари;

- пахта тозалаш заводининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққётган чангли ҳавони тозалашда электр филтрдан фойдаланишнинг иқтисодий кўрсаткичлари ўз аксини топган;

- ушбу илмий йўналишда 2024-2025 йилларда амалга ошириладиган тадқиқотлар ва улардан кутиладиган илмий-тадқиқот натижалари тақдим этилган.

# **I- БОБ. ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАГИ ҲАВОНИ ТОЗАЛАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ҲОЗИРГИ ХОЛАТИ**

## **1.1-§ Технологик жараёнлардан ажралиб чиқан аэрозол заррачаларнинг хоссалари**

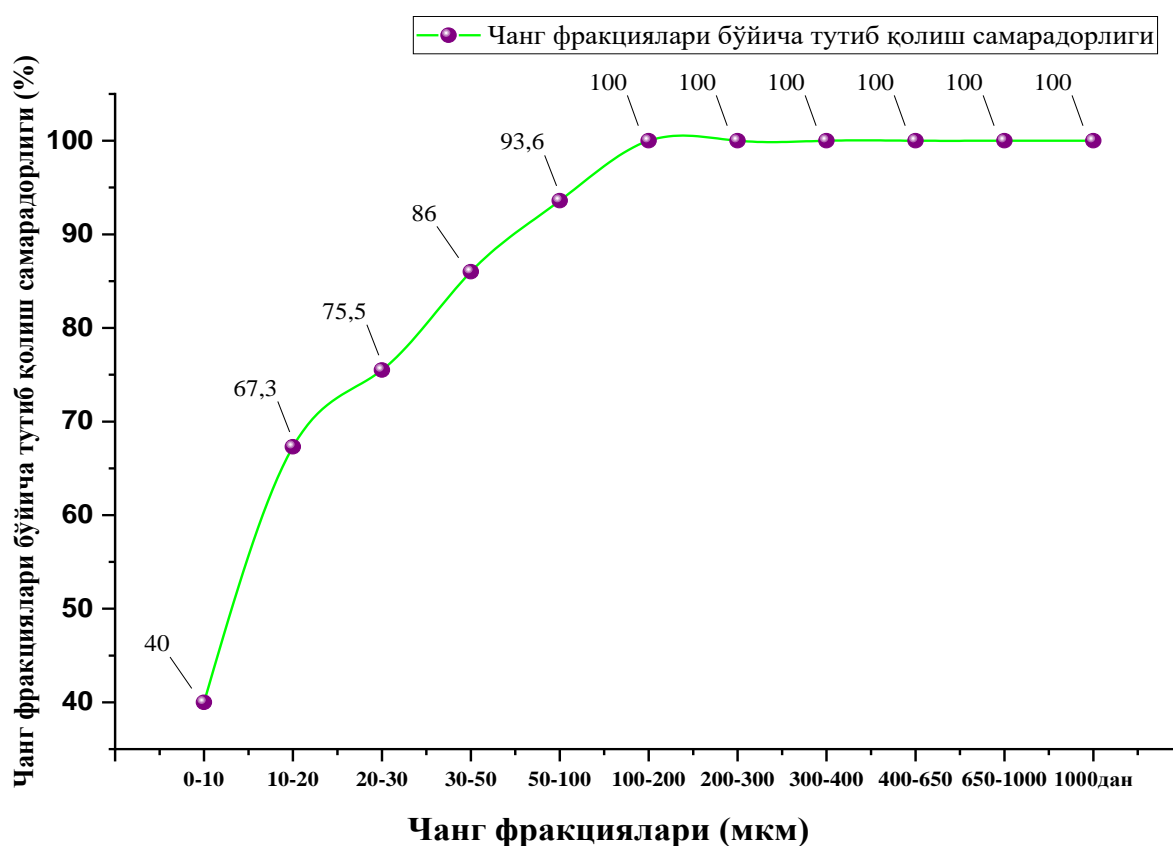
Мамлакатимиз иқтисодиётини ривожланишида ишлаб чиқаришни турли-туман соҳалари, жумладан пахта саноати корхоналарининг ўрни юқори даражада ҳисобланади. Республикамизда пахта тозалаш корхоналари сони йилдан-йилга ортиб бормоқда [1]. Бу эса пахта тозалаш заводлари салмоғининг юқорилаб бораётганини кўрсатади. Бироқ, республикамиз пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнида ажралаётган чанглар миқдорини атроф-муҳитга таъсири бошқа корхоналарга нисбатан юқоридир. Пахта тозалаш корхоналарида технологик жараёнлардан чангланган ҳаво чиқиндисини тозалаш мақсадида асосан инерцион марказдан қочма циклонлардан фойдаланилиб келинмоқда.

Циклонларнинг технологик жараёнлардан ажралиб чиқаётган чангни ушлаб қолиш самарадорлиги пахта чангининг дисперслигига боғлиқ ва чанг заррачаларни дисперслиги камайиши билан циклонларнинг самарадорлиги ҳам пасайиб боради. Шунинг учун циклондан чиқаётган чангланган ҳавонинг чангланганлиги санитар меъёридан ошиб кетади. Бунинг натижасида атмосферага циклонлардан чиқаётган чангли ҳавони чиқариб юборилиши пахта тозалаш корхоналарни худудида меҳнат шароити ёмонлашади, атроф-муҳитининг ифлосланишига олиб келади, чанглар электр таъминот линия симларини чулғаб олади ҳамда уйларнинг томларига бостирилади [2; 15-34-б.].

Пахта чангида органик ва ноорганик аралашмалардан ташқари зарарли элементлар ҳам мавжуд бўлади. Улар ишлов бериш жараёнида пахта туплари заррачалари билан пахта хомашёси хирмонига ҳам тушади.

**ЦП-3, ЦЛ-3 ва Ц-6 циклонларнинг чанг фракциялар буйича тозалаш  
фоизлари**

Чангни фракциялари, мкм	Фракциялар бўйича ушлаб олиш қобилияти, %
0-10	40,0
10-20	67,3
20-30	75,5
30-50	86,0
50-100	93,6
100-200	100,0
200-300	100,0
300-400	100,0
400-650	100,0
650-1000	100,0
1000 дан катта	100,0



**1.1-расм. ЦП-3, ЦЛ-3 ва Ц-6 циклонларни чанг фракциялар буйича  
тозалаш фоизлари**

Маълумотларга кўра [2; 15-34-б.] фракциялар бўйича чангни ушлаб қолиш самарадорлиги нисбатан юқори ва кенг тарқалган циклонлар ЦП-3, ЦЛ-3 ва Ц-6 лар ҳисобланади. Уларнинг умумий чангни ушлаб қолиш самарадорлиги 75,5% ни ташкил этади [3; 19-39-б.].

Фейл классификациясига асосан [2; 15-34-б.] санитар-гигиеник белгилар бўйича захарли, инфекцион, ўткир, ўпка тўқимасини зичланишига олиб келувчилар (кремнийли бирикма) турлардаги чангллар мавжуд. Пахта чанглари таркибида юқорида келтирилган барча турдаги чангллар мавжуд бўлиб, пахта тозалаш заводлари ишчилари ва бевосита завод атрофида яшайдиган аҳоли касб касалликларига учрайдилар. Бундай касалликларга пневмокониоз, туберкулез, аллергияни турли кўринишлари, енгил эмфизема ва бошқалар киради.

Инсон организмга чангнинг таъсирини зарарлилиги энг аввал уларнинг таркибига, дисперсионлик, заррачалар шакли, шунингдек чанглларнинг эрувчанлиги ва қаттиқлигига боғлиқ. Демак, 10 *mkm* дан катта бўлган заррачалар юқори нафас йўлларида бостирилади ҳамда бурун бўшлиғи, бурун-ҳалқум ва қисман бронхларга етиб боради. Чанг қанча кичик бўлса, у шунча хавфли тус олади. Энг катта хавф 0,2-5 *mkm* ўлчамдаги заррачалар ҳисобланади. Ўта майда заррачалар (0,2 *mkm* дан кичик) нафас чиқарилаётган ҳаво билан биргаликда чиқиши сабабли нафас органлари учун хавф кўрсатмайди ва деярли ўпка тўқималари билан ўзаро таъсирга киришмайди [2; 15-34-б.].

Касб касалликларини олдини олиш учун зарарли меҳнат шароитида ишчиларга таъсир кўрсатишга олиб келувчи ишчи зоналарда, цехларда ва бошқа жойларда чангнинг таркиби чегаравий руҳсат этилган концентрация (ЧРК) дан паст бўлиши талаб этилади.

Пахта тозалаш корхоналар цехларини технологик ҳаво орқали чангланганлигидан ташқари, пахта хомашёси ва тола тозалагичлардан, жинлардан, линтерлар ва бошқа технологик қурилмаларидан катта миқдорда чангллар ажралиб чиқади. Шу сабабдан цехлардаги ҳавони чангланганлиги

чегаравий руҳсат этилган концентрациядан ошиб кетади. Пахта чангини ушлаб қолишини қийинчилиги туфайли ҳавони чангдан тозаловчи қурилмалар барча фракциялар бўйича чанг миқдорини кескин камайтиришга эришишни таъминлаш керак.

Ишлаб чиқариш технологик жараёнлари учун санитар меъёрлари турли кўринишидаги чанглар учун чегаравий руҳсат этилган концентрация ўрнатилган: 10 дан 70% гача таркибга эга бўлган эркин  $\text{SiO}_2$  чанги  $2,0 \text{ mg/m}^3$ ; углерод чанги  $4,0 \text{ mg/m}^3$ ; таркибида  $\text{SiO}_2$  бўлмаган тупроқ чанги  $6,0 \text{ mg/m}^3$ ; пахта толаси  $10,0 \text{ mg/m}^3$ .

Юқорида келтирилган маълумотлардан аён бўладигани, пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларида ҳавони чангланганлигини санитар меъёргача камайтириш муҳим аҳамиятга эга ва ҳозирги кундаги долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Технологик жараёнлардан ажралиб чиқаётган чангланган ҳавони тозалашнинг турли усулларида фойдаланишга асосланиб ишлайдиган турли хил қурилмалар қўлланилади. Циклонлар ва филтрларнинг классификацияси, қўйиладиган асосий талаблар ва қўлланилиш соҳалари [55; 342–345-б, 70; 378–390-б.]да келтирилган.

Уларда чангнинг қуйидаги квалификациявий группаларининг характеристикаси келтирилган:

I – ўта йирик дисперсли чанг ; II – йирик дисперсли чанг; III – ўрта дисперсли чанг; IV– майда дисперсли чанг; V– жуда майда дисперсли чанг.

Бу классификация барча турдаги қаттиқ ёки суюқ заррачаларни дисперсияси  $500 \text{ mkm}$  гача бўлган ҳаводаги мавжуд, шу билан бирга заррачаларни дисперсияси  $5 \text{ mkm}$  дан кичик аэрозол, суюқ ва қаттиқ заррачалардан иборат чанглар учун тадбиқ этилади.

## **1.2-§ Технологик жараёнлардан ажралиб чиқан аэрозол заррачаларни тозалашнинг мавжуд усуллари ва қурилмалари**

Чанглар ҳам бошқа жисмлар каби оғирликка эга бўлиб, оғирлик кучи таъсирида қурилмаларнинг ёки газ оқими қувурларнинг тағ қисми тамонига

ҳаракат қилади. Бироқ чангларга оғирлик кучидан ташқари ҳаракатланувчи газ ва газ мухити қаршилиги таъсир этади. Бу қаршилик кўп омилларга боғлиқ бўлиб, шу билан бирга заррачалар дисперсияси катталиги; кичик дисперсияли чангларни тутиш тезлиги катта эмас. Бундай чанг камераларни йирик чанг заррачаларини тозалашда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Чанг тутқичларнинг ва филтрларнинг ишлаш принципи қуйидагича.

**Ишлаш принципи оғирлик кучига асосланган қурилмалар – чангли камералар.** Ҳаво таркибидаги чанг заррачасига оғирлик кучидан ташқари ҳаракатдаги газ ва газли мухит қаршилиги таъсир кўрсатади. Бу қаршилик турли омилларга боғлиқ, жумладан, чанг заррасининг ўлчамларига, асосга чўкиш тезлигига (уюрамали ҳаракат тезлигига). Майда заррачаларнинг асосга чўкиш тезлиги унча катта бўлмайди. Бундан келиб чиқиб, чанг камераларини фақат йирик чангларни тутиб қолиш учун қўлланилиши мақсадга мувофиқ дейишимиз мумкин.

**Ишлаш принципи марказдан қочма кучдан фойдаланишга асосланган қурилмалар: циклонлар ва инерцион чанг тутқичлар.** Газ оқмининг бурилишида ёки унинг эгри чизиқли ҳаракатланишида (айланишида) чанг заррачаларига газ оқими ва оғирлик кучидан ташқари инерция кучлари таъсир кўрсатади.



**1.2-расм. Пахта тозалаш корхоналаридаги мавжуд циклонларнинг умумий кўриниши**

Бундай қурилмалар асосан йирик чанг заррачаларини (10  $\mu\text{m}$  дан катта) дисперсиясини тозалашда қўлланилади ва майда дисперсияли чангларни тозалашда кам самарадорликка эга [3; 19-39-б].

Инерция кучлари эса газ оқими ва оғирлик кучига нисбатан сезиларли даражада каттароқ бўлади ва уларнинг таъсирида чанг заррачаси тўғри чизик бўйлаб ҳаракатланади ва натижада заррача газ оқимидан ажралиб чиқади.

**Нам чанг туткичлар-скрубберлар, кўпикли аппаратлар, катта тезликли (турбулент) чанг туткичлар.** Чанг заррачалари суяқлик сирти билан тўқнашганида чанг заррачаси унга ёпишади ва кўпинча унга сингиб кетади, бунинг натижасида чанг тутиб қолинади. Чанг заррачаси суяқлик сирти билан тўқнашиши учун унга суяқлик сирти томонга йўналган кучлар таъсир этиши зарур. Тажрибалар кўрсатадики, хўл чанг туткичлар асосан дисперсияси йирик чанг зарраларини (ўлчамлари 3-5  $\mu\text{m}$ ) тутиб қолиш имконига эга. Майда дисперсияли чанг заррачаларини, айниқса толали чангларни суяқлик ёрдамида тутиб қолиш самарадорлиги кам. Бу заррачалар табиий яхши намланадиган суяқликлар масалан сувда эритилган  $\text{KCl}$  ва  $\text{NaCl}$  эритмалари,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  томчиларидан ҳосил қилинган туман ва бошқалар ишлатилганида ҳам чангни тутиб олиш самарадорлиги яхшиланмайди. Нам чанг туткичларнинг турли хил конструкциялари тавсия этилган, лекин уларнинг аксарияти фақат дисперсияси йирик чанг зарраларини тутиб қолишда қўлланилади [3; 19-39-б].

**Матоли фильтрлар.** Бундай қурилмаларда чангланган газлар мато қатлами орқали ўтказилади ва чанг уларда тутиб қолинади. Фильтрация тешиги унча катта бўлмаганида газларни самарали тозалаш мумкин. Айрим ҳолларда фильтрация учун мато ўрнига қоғоз, махсус картон, момиқ ва толали материаллар қатлами ишлатилади [3; 19-39-б].

**Уюрмали гидрофильтрлар (ВФ) "ВОРТЭКС".** (ВФ) "ВОРТЭКС" [4] типли уюрмали гидрофильтрларни ишлаб чиқариш 2000 йилнинг бошларидан йўлга қўйилган. Улар чангли ҳавони транспортировкаси ва уни механик аралашмалардан, чангдан, аэрозол, парлардан ва газли аралашмалардан

тозалаш учун қўлланилади. Уюрмали гидрофилтрлар бир ёки локал вентиляция тизимига бирлаштирилиб ҳавони тозалашда ишлатилади. "ВОРТЭКС" саноат серияли гидрофилтрлар ўз ичига тўртта "ВОРТЭКС 3000", "ВОРТЭКС 5000", "ВОРТЭКС 8000" и "ВОРТЭКС 10000" моделларини бирлаштиради. Турли моделлар турли ҳаво оқим сарфи миқдорига мўлжалланади [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.].

**Электр филтрлар.** Уларда чанг зарралари ҳаводан электр майдонида ажратилади. Бундай қурилмаларда [56; 217-316-б, 69; 384-386-б.] чангланган ҳаво юқори кучланишли электр майдонидан ўтказилади ва электр майдони таъсирида чанглар ионлашади. Ҳосил бўлган ионлар чанг зарраларига ёпишиб, уларни ионлаштиради, зарядланган заррачалар электр майдонидан ўтаётиб ерга уланган электродларга тортилади ва унинг сиртига бостирилади.

Электр филтрлар ҳар қандай ўлчамдаги чанг зарралари ва туманни ушлаб қолиш учун кенг қўлланилади. Қаттиқ ва суюқ заррачаларни тутиб қолиш учун электр филтрларнинг кенг қўлланилишига уларнинг универсаллиги, нисбатан кам энергия сарфида газларни тозалаш самарадорлиги юқори ва энг асосийси барча ўлчамли (жуда кичик заррачаларни ҳам) чанг ва бегона аралашмаларни тутиб қолиш имконияти борлиги асос бўлади.

Электр газ тозалаш қурилмалари 99 % гача (айрим қурилмаларда 99,5%гача) тозалаш самараси билан ишлаб, ҳар қандай ўлчамли, субмикрон заррачаларгача, чангларни тутиб қолиш имконини беради. Электр филтрлар чангланган ҳаво оқимидаги чанг заррачаларининг  $50 \text{ g/m}^3$ , концентрацияси ва ундан юқори бўлганида ишлатилиши мумкин. Электр филтрлар тозаланаётган ҳаво оқимидан чанглар паст босимли ёки юқори босимли бўлиши мумкин.

Электр филтрлар қўлланилган чанг бостириш системалари тўла автоматлаштирилиши мумкин. Электр филтрлар эксплуатация ҳаражатлари пастлиги билан ҳам ажралиб туради. Бу ҳолат электр филтрда гидравлик қаршилик 100-150 Pa дан ошмаслиги билан тушунтирилади, яъни бошқа



типли газ тозалагичларга нисбатан сезиларли кам бўлади, электр филтлда электр майдони учун электр энергияси сарфи жуда хам кам, одатда  $1000 \text{ m}^3$  газни тозалаш учун  $0,1-0,5 \text{ kW}\cdot\text{soat}$ , электр энергияси сарф бўлади [3; 19-39-б.].

Юқорида кўриб чиқилган чанг заррачаларини тозалаш қурилмалари ва усулларининг таҳлилидан келиб чиқиб, V гуруҳ дисперсияли чанг заррачаларини тутиб қолиш талаблари учун энг мос келувчи фақат электр филтлар жавоб бериши маълум бўлади. Шунга кўра илмий тадқиқотларимизда пахта тозалаш заводларининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангланган ҳавони тозалаш муаммосини ечиш учун электр филтлар қабул қилинди.

### **1.3-§ Электр филтларни таъсир қилиш негизини таҳлили**

Электр филтларни таъсир қилиш мохияти газда учрайдиган чанг заррачаларини зарядлашдан иборат бўлиб, кейинчалик газдан электр майдон таъсирида ажралиб чиқади. Бу жараёнлар электр филтларда бир зонада (бир зонали электр филтлар) ёки икки зонада фазасиз бўлиши мумкин: буларни биринчиси заррачаларни ажралиши учун чўктирувчи (икки зонали электр филт) бўлиб хизмат қилади.

Икки зонали электр филтларда баъзи бир шубхалар пайдо бўлади. Чунки ўтказилган ишларда бир турдаги электр майдон таъсири даражасидаги майдонда дастлабки заррачаларни пахта хом ашёсидаги заррачаларга таъсирининг динамикаси кузатилган. Хулосаларга биноан заррача заряди олдин уйғунлашади, кейин яна экспотенциал қонуни бўйича яна зарядланади, яъни дастлабки зарядланиш электр филтларни ишлаш жараёнини яхшилашга ёрдам бермайди.

Чанг заррачаларини зарядлаш учун бир турда бўлмаган электр майдонида тожли разрядни хосил қилиш керак. Мавжуд электр филтларда цилиндр трубккаларидаги электр ўтказгичлар - трубккали электр филт ёки пластинка орасидаги бир неча сим ўтказгичли электр филтлар ишлатилади.

Жадал ионлаштириш содир бўладиган тожли разрядни электрон-ион сохасида уни тож деб номлашади. Тожли ва чанг бостириш электродлари орасидаги соха ташқи соха деб аталади. Тожли электр майдонлари фақат чанг заррачаларини тутиб қолиш учун ишлатилмасдан, уларни қишлоқ хўжалик экинларини уруғини саралашда [3; 19-39-б.] электр ранг бериш, сепарациялашда ишлатилади. Кўрсатилган ишларда умумий ёндашиш тушинилиб, тожни ёқилиш қувватидан электродлар орасидан урилиб чиқиш вақтида бир турда бўлмаган электр майдони вужудга келади.

Электр майдон қувватининг параметрлари сифатида шу орадаги вақт танлаб олинади. Баъзи бир ишларда тожли разрядни ўчиши натижасида чанг бостириш жараёнига салбий таъсир этади.

Шу билан бирга шундай асослар сезилмай қоладики, тожни зарядланиши ҳосил бўлишининг технологик даври электр тизимининг элементи бўлиб ҳисобланиб, истъемолининг манбаи икки кўрсаткич ток ва қувват бўйича ишлайди, Вольдек А.И. [14] Гнедин И.В.[15], Щербаков Е.Ф. [16], Попов С.Н. [17], Рекус И.Г. [18], Хенке В.Г. [19], Черкасский В.М. [20] К.Ш.Шустернинг [21] электр майдон бўйича ўтказилган фундаментал ишларида кескин нотекис электр майдонларида бир вақт ичида заррачаларни ионизациялаш, зарядлаш, разрядлаш ва ҳаракатга келтириш жараёнлари амалга оширилади. К.Ш.Шустернинг хулосаси бўйича чангнинг жуда кичик заррачаси ҳам ток разрядининг кучини ўн баробар камайтиради, бу амалий тадқиқотларда исботланмаган.

Шу билан бирга ҳаводаги намликни ошиши натижасида ионларни ҳаракатланиши секинлашиб боради ва токни камайиши аниқланади. Бу фактга оддий тўхталиб ўтиш ёки тасдиқлаб, ҳаво намлиги тож разрядини электр майдонларида ўрганиш бўйича қарашларнинг кўпчилиги илмий изланишлар даражасида қолди ва амалиётда қўлланилмади.

Электр майдонидаги тож разряд жараёнларини микдорий баҳолаш экспериментал усулда ўтказиш мумкин. Бунда тадқиқотларни тожли разряд жараёнини, электр майдонинг материаллар заррачаларига таъсири, унда

учрайдиган ва электр майдонлардаги жараёнларни барқарорлаштириш бўйича олиб бориш зарур.

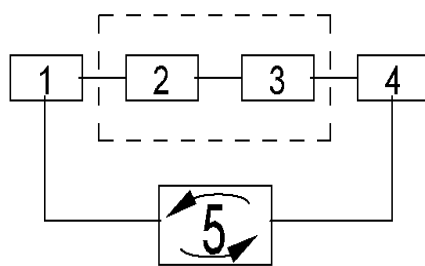
#### **1.4-§ Мавжуд электр фильтрларнинг таъминловчи агрегатлари**

Электр фильтрларнинг электр таъминоти манбаининг сифатида кучланиши  $(4...12) \times 10^4 \text{ V}$  ва истеъмол токи эса  $10^{-4}$  дан 10 А гача ишлатилади. Ҳозирги кунда электрофильтрлар учун икки турдаги таъминот манбалари қўлланилмоқда - юқори кучланишли тўғирлагичлар ва кучланишни кучайтирувчи тўғирлагичлар [2; 15-34-б, 3; 19-39-б.].

Электр фильтрнинг электр таъминоти схемаси эса электр газ тозалаш қурилмасининг муҳим бир қисми ҳисобланади. Сўнгги йилларда электр фильтрларнинг ишлаш самарадорлигини оширишга эришиш мақсадида замонавий автоматик агрегатлар ишлаб чиқарилмоқда. Бу эса электр филтлда газларни электр кучлари ёрдамида тозалашни тўла автоматлаштиради. Электр фильтрлар қўлланиладиган ишлаб чиқариш соҳаларида технологик жараёнларнинг ўзига хос хоссалари турли конструкциядаги аппаратларни яратишга туртки бўлди. Бироқ, электр фильтрларни тури турли-туман бўлишига қарамасдан унинг конструкциясига ва электр таъминот агрегатлари схемасига алоҳида талаб қўйилмайди.

Шунинг учун унификациялаштирилган агрегатлар турли электр фильтрларни электр энергия билан таъминлашда фойдаланиш мумкин.

[2; 15-34-б, 3; 19-39-б.] га кўра электр фильтр - электр таъминот агрегати системаси (1.3-расм) тескари алоқа режимида ишлайди, яъни электр фильтрнинг актив зонасида хоҳлаган ўзгаришлар электр таъминот агрегати ишлаш режимида акс этади. Шу тарзда, маълум бир даражада электр фильтрларнинг ишлаш самарадорлиги ток ва кучланишни ростлаш усуллари билан аниқланади.



1 – ростлагич; 2 – кучайтирувчи трансформатор; 3 – тўғрилагич;  
4 – электрофильтр; 5 – тескари алоқа қурилмаси

### 1.3 - расм. Электр фильтр - электр таъминот агрегатининг тизимли блок схемаси

Кучланишни ростлаш усуллари реостатларни автотрансформаторларга кетма-кет улаш, тормозланган асинхрон моторлар (индукцион ростлагичлар) дан тортиб то замонавий бошқариш усулларигача барча босқичлардан ўтди.

Юқори ФИК ва бошқа устунликларга эга бўлган магнит кучайтиргичлар ва тиристорли регуляторлар электрофильтрларнинг электр таъминот режимларини бошқаришнинг замонавий системаси, яъни компьютердан фойдаланишга олиб келди. Янги агрегатларда селенли агрегатлардан ташқари, муваффақият билан кремнийли агрегатлардан фойдаланилмоқда. Охирги ишлаб чиқарилганлари эса иссиқлик юкламаларга барқарор, кичик жойни эгаллаган ва катта хизмат даврига эга [2; 15-34-б, 3; 19-39-б.].

Янги ростловчи автоматик системалар ва ярим ўтказгичли тўғрилагичлардан фойдаланиш 100 kW гача бўлган электр таъминот агрегатларни ишлаб чиқилишига ва 300, 500 ҳамда 800 MW [2; 15-34-б, 3; 19-39-б.] қувватли домна печлари, цемент тайёрлаш учун кучли печлар ва самарадорлиги юқори технологик агрегатлардан фойдаланиладиган электр фильтрни замонавий электр таъминотини таъминлашга олиб келди.

Замонавий электр таъминот агрегатларида қуйидаги электр фильтрларни ток ва кучланиш билан ростлаш системалари ўрнатилган: тожли разрядни қуввати бўйича; кучланишни тешиб ўтиш даражаси бўйича; учкунли тешилишни частотаси бўйича; максимал ўртача кучланиш бўйича; кейинги майдон кучланиши; чанг ўлчагич ёрдамида электр фильтр орқали ўтган ҳаводан қолдиқ чангланганлик бўйича. Ростлаш системасини қўллашда

чангланган ҳаво оқимини хоссалари ўрганилади, энг аввал эса чангни солиштирма электр қаршилигини қиймати аниқланади.

АРС, АИФ и АУФ туридаги 1 ва 2 авлодлари бўлган электр филтрларнинг электр таъминот агрегатларини принципитал схемалари ва курилмалари [3; 40-43-б, 53; 26-28-б.] ишларда кўриб чиқилган. АТФ туридаги агрегатлар ўзининг 3 авлоддаги маҳсулоти тақдим этилган бўлиб асосий аввалги ишлаб чиқилган АРС, АИФ ва АУФ турдаги электр филтрларнинг агрегатларидан фарқи шундаки, магнит кучайтиргичли агрегат схемаси ўрнига куч тиристорли ростлаш органидан фойдаланганлиги ҳисобланади.

Бу эса конструкция бўйича содда ва агрегатдан ўта ишончли фойдаланишга олиб келди. АТФ туридаги электр филтр агрегатини бошқа устунликларига асосий қисмларининг тез ишлаши, ихчамлиги ва узок муддатга чидамлилиги киради. Шунингдек, электр филтрда ёйни сўндириш тезлиги анча оширилганлиги (20 миллисекунд гача) бошқариш занжирида электр энергиясини сарфи камайтирилишига, кучланишни ростлаш жараёни барқарорлиги оширилишига, агрегатни массаси ва ўлчамлари камайтирилишига олиб келди [2; 15-34-б].

АТФ туридаги агрегатлар 5 та модификацияни ўз ичига олган бўлиб улар бир-биридан тўғриланган токнинг ўртача қиймати билан фарқ қилади.

Барча агрегатлар бир фазада ишлайдиган қилиб тайёрланган.

АТФ туридаги барча агрегатлар куйидаги умумий характеристикаларга эга [2; 15-34-б]: частота, 50 Hz; тармоқ кучланиши, 380 V; тўғриланган номинал кучланиш, 80 кV; номинал кучланишда қувват коэффиценти, 0,8 W; номинал юкламада 0,8 ФИК.

АТФ туридаги агрегатларда симметрик экранлаштирилган кремний кўприкли тўғрилагичлар ишлатилган. Куч тиристорлар блокада эса (қарама-қарши - параллел уланган иккита тиристор) куч трансформаторини бирламчи чулғамидаги кучланишни текис ростлаш билан агрегатни оператив улаш ва ўчириш функцияси мужассамлашган [2; 15-34-б.].

Агрегатни бошқариш схемасида автоматик ва кўл ёрдамида юкломанинг нол қийматидан номинал қийматигача бўлган ток ва кучланишни ростлаш

имконини беради. Электр филтёрнинг актив зонасидаги учкунларни жадаллигини ҳисобга олган ҳолда автоматик ростлаш бажарилади. Автоматик бошқариш системаси учкунли разрядларни жадаллиги ва тиристорли регуляторни чиқишидаги кучланиш орасида нозичиқ манфий тескари алоқани амалга оширади. Учкунли жараённинг жадаллиги 5 та белгиланган босқичга эга бўлиб, 3 дан 30 секундгача ростлаш мумкин бўлган узунликда баъзи давр ичидаги учкунли разрядларнинг нисбий умумий узунлиги бўйича баҳоланади. Электр филтёрда автоматик ростлаш режимида ёйли разрядни сўндириш вақти уни вужудга келишидан бошлаб 0,01 секунддан ортиқ бўлмаган вақтни ташкил этади [2; 15-34-б.].

АТФ туридаги агрегатлар 4 та модификацияда ишлаб чиқарилмоқда: У2 – айвон остида туришга мўлжалланган электрофилтёрлар мўътадил бўлган худудларда ишлаши учун; У3 – иситилмайдиган ёпиқ хоналар учун мўлжалланган электр филтёрлар мўътадил бўлган худудларда ишлаши учун; Т2 – бостирма остида туришга мўлжалланган электр филтёрлар нам ва қуруқ тропик худудларда ишлаши учун; Т3 - ёпиқ хоналарга мўлжалланган электр филтёрлар нам ва қуруқ тропик худудларда ишлаши учун; АТФ туридаги агрегатларнинг барча модификациялари (+45) - (-40°C) ҳарорат бўлганда эксплуатация қилишга рухсат берилади [2; 15-34-б.].

## 1.2 – жадвал

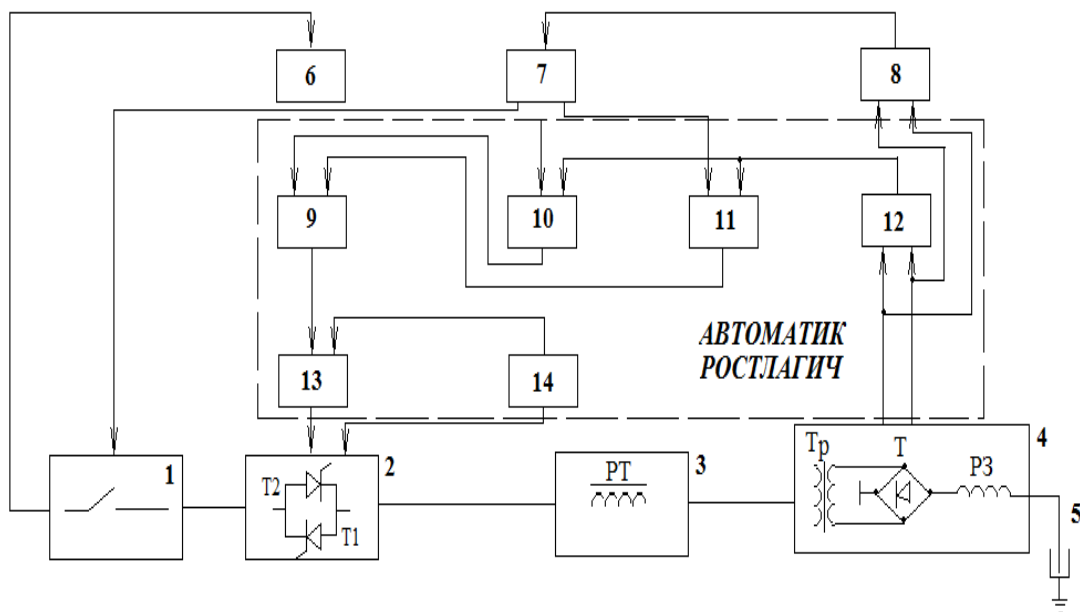
### АТФ туридаги агрегатларни габарит ўлчамлари

Агрегат тури	Эни, мм	Тўла массаси, kg	Агрегат тури	Эни, мм	Тўла массаси, kg
АТФ250-У2	1260	1820	АТФ600-Т2	1260	2150
АТФ250-Т2	1260	1820	АТФ1000-У2	1280	2140
АТФ400-У2	1260	1900	АТФ1000-Т2	1360	2250
АТФ400-Т2	1260	1950	АТФ1600-У2	1500	2900
АТФ600-У2	1260	2080	АТФ1600-Т2	1500	2900

*Изоҳ:* АТФ1600-У2 ва АТФ1600-Т2 агрегатлари учун узунлик 2250 mm, баландлик 2750 mm, қолганлари учун узунлик 2175 mm, баландлик 2015 mm.

АТФ туридаги агрегатнинг принципиал электр схемаси 1.4-расмда тасвирланган. 1-4 блоклар агрегатни куч функционал гуруҳини, 6-14 блоклар эса автоматик ростлагични кўрсатади. Тармоқ кучланиши автоматик узгич 1, куч тиристорлари 2 ва токни чекловчи реактор 3 орқали кучайтирувчи трансформаторнинг бирламчи чулғамига узатилади. Автоматик узгич коммутация функциясидан ташқари бирламчи занжирда қисқа туташувдан ҳимоя қиладиган агрегат сифатида хизмат қилади [2; 15-34-б.]. У шунингдек, агрегатни авариявий узиш учун масофавий ажрагитгич билан таъминланган.

Трансформаторни бирламчи чулғамига узатиладиган кучланиш қарама-қарши-параллел уланган иккита тиристордан иборат тиристорли ростлагич 2 ёрдамида ростланади. Электр филтёрнинг актив зонасида агрегатнинг ишлаш пайтида системали равишда учқунли разрядлар пайдо бўлади ва натижада электр филтёрдаги ток ва кучланиш узлуксиз ўзгариб туради ва бу эса учқунли разрядлар селектори 12 ни ишга тушишига олиб келади. Шунда электр филтёрда ҳар бир учқунли ва ёйли тешилиш ўтиш режими 11 блокда ва узок режимидаги бошқариш сигналини шакллантиргичига таъсир кўрсатади. Ўтиш режими 11 блок, 9 ва 13 блокларга таъсир кўрсатади, бу эса куч тиристорларини ёпилишига олиб келади, яъни тешилиш олди яқин даражагача филтёрда кучланишни кетма-кет текис ошадиган 2-3 ярим даврни таъминлайдиган кучланишда трансформаторнинг бирламчи чулғамидан кучланишни узиши билан электр филтёрда пайдо бўладиган ёйни тезда сўндиришга олиб келади ёки ёйга ўтиб кетувчи иккиламчи учқунли разрядлар пайдо бўлишидан огоҳлантиради. Узок муддатли режимдаги бошқариш сигналини шакллантиргич 10 ўтиш режими блок 11 ишлаши натижасида, электр тешилишдан кейин электрофилтёрда кучланишнинг ўсиши содир бўладиган даражагача аниқланади [2; 15-34-б.].



1 – автоматик учиргич; 2 – куч тиристорлари; 3 – ток чекловчи реактор; 4-электр таъминот агрегати; 5 – электрофильтр; 6 – автоматик ростлаш схемасини таъминот блоки; 7 – оралиқ блок; 8 – қисқа туташувдан химояловчи блок; 9 – ўзгарткич; 10 – узоқ вақт режимли бошқариш сигналлари шакллантиргичи; 11 – ўтиш режими блоки; 12 – учқунли разрядлар селектори; 13 – куч тиристорлари билан бошқарилувчи импульслар шакллантиргичи; 14 – тескари алоқа қурилмаси.

#### 1.4 - расм. АТФ агрегатининг электр таъминоти принципиал схемаси

Кучланишнинг кўрсатадиган даражаси учқунли разрядлар узунлигига ва жадалликка (сони) тескари пропорционал. Бундан ташқари, шакллантиргич 10 электр филтлдаги кучланишни кейинчалик давомли текис кўтарилишни кейинги тешилишгача бўлган қийматгача ёки электр филтёр тожли разрядини вольт - ампер характеристикасида аниқланадиган номинал токига эришгунга қадар амалга оширади [2; 15-34-б.].

Кучланишнинг ўсиш тезлиги қайта улагич ёрдамида беш босқичда ростланиши мумкин. Трансформаторлар таъминотини бир ярим даврли режимини таъсирдан огоҳлантиришга мўжалланган тескари алоқа 14 қурилмаси тиристорлар қачонки иккаласи ёпиқ бўлганда тиристорларни бошқариш импульсини узатишга олиб келади. Агрегатнинг чиқишида қисқа туташув бўлганда автомат узгични масофадан ажратгичи орқали оралиқ блок



7 ёрдамида қисқа туташувдан ҳимоя блок, камида 3 секундни ташкил этган давомийликда, тармоқни ўчиради. Блок 6 эса автоматик ростлаш занжирини электр энергияси билан таъминлайди [2; 15-34-б.].

### **1.5-§ Техналогик жараёнларда ишлатилган ҳавони тозалаш учун стример шаклдаги тож разрядидан фойдаланишнинг таҳлили**

Мазкур монографияда қуйилган вазифаларни бажаришда мавзуга доир адабиётлар таҳлили ўтказилган бўлиб, пахта тозалаш корхоналарининг технологик ҳавосини тозалашга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари хорижлик ва маҳаллий олимлар томонидан амалга оширилмоқда. Улардан Ashmarin G.V., Lelevkin V.M., Byung Uk Lee, Yermakov M., Sergey A., Grabarczyk Z., Manninen H. E., Franchin A., Schobesberger S., A.Walker, R.Elhalm, N.Ymamur, Parker K., David S., [21, 22, 23, 24, 25], В.Н.Ужов, И.А.Кизим, В.А.Бабашкин, А.В.Щербаков, В.И.Попков, В.М.Ткаченко, И.П.Верещагин, Г.П.Усынин, Г.В.Гончаренко, И.В.Гнедин, Г.М.Алиев, И.А.Кизим, М.А.Альперович, Калинин В.Г., Переводчиков В.И., Шапенко В.Н., Шустер К.Ш., В.М. Медведовскийларни [26, 27, 88, 29, 30, 31, 32] ва маҳаллий Х.М.Каримов, Ш.М.Музафаров, А.Раджабов, Абдулла Ахмед Саид Моршед, Б.Н. Эркинов [32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51] кабиларнинг илмий ишларини келтириш мумкин.

Юқоридаги ушбу олимлар томонидан олиб борилган илмий-тадқиқот ишларининг энг яқини “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот унверситетининг “Электр таъминоти ва қайта тикланувчи энергия манбалари” кафедрасининг профессори Ш.М.Музафаров илмий раҳбарлигида олиб борилган илмий-тадқиқотларда чанг заррачаларни бостириш жараёнида импульсли бир қутибли юқори кучланиш импульслардан фойдаланиш ўрганилди.

Бу изланишлар [3;19-39-б.] натижасида чангни бостириш узунлиги 0,5 дан 1 метргача камайтирилган, ҳаво оқимининг тезлиги 8 m/s гача



кет жойлашган игналар орасидаги масофа 40 mm ва игна қаторлари орасидаги масофа 80 mm. Игналар қаторлари тозаланадиган ҳаво оқими бўйлаб жойлаштирилган ва электродларнинг бундай жойлашуви электр фильтрнинг экспериментал намунасида ишлатилган. Тож разряд игналарини ишлаб чиқариш ва ўрнатиш усули ўзгартирилди.

Электр фильтрнинг экспериментал намунасида игналар диаметри 3mm ва узунлиги 20 mm бўлган михлардан ясалган. Игналарнинг бош қисмидан пайвандлаш орқали потенциал электродга ўрнатилди ва игналарнинг бу ўрнатиш усули талаб қилинадиган даражага жавоб бермаган [3; 19-39-б.].

Шунинг учун, электр фильтрнинг иккинчи экспериментал намунасида игналар диаметри 3 mm бўлган цинкланган симдан 40 mm узунликда қилиб тайёрланган. Игналарнинг ўрта қисмидан резьба очилди ва иккита гайкалар билан потенциал электродга маҳкамланган. Массаси ортганлиги туфайли айланувчи чанг бостириш электродини 4 та таянч устунлар ўрнига 6 та таянч устунлар ўрнатилган (1.7-расм) [3; 19-39-б.].



**1.7-расм. Циклондан чиқишда ҳавони тозалаш учун электр фильтрнинг асоси**



**1.8-расм. Электр фильтрнинг чанг бостириш барабанлари**

Потенциал электродлар 1 ва 2 оралиқ масофаси 50 mm бўлган чанг йиғиш камераси билан иккига ажратилган. Бу элементларнинг ўзаро маҳкамланиши диэлектрик таёқчалар ёрдамида бажарилган. Бунда потенциал электродлардан чанг йиғиш камерасига токнинг оқиб чиқиши камайган. 1.7-расмда қўзғалмас қисмда 3 маҳкамланган чанг бостириш барабанлари 4,5,6, тўрт поғонали пасайтирувчи редуктор 2 дан иборат юритма ва электродвигателнинг 1 ташқи кўриниши кўрсатилган [3; 19-39-б.].



**1.9 -расм. Электр  
фильтрнинг умумий  
кўриниши**



**1.10 -расм. Электр фильтрнинг СС-15А  
сепараторга ўрнатилган кўриниши**

### 1.3-жадвал

#### Электр фильтрни тавсифлари

Параметрлар номланиши	Ўлчов бирлиги	Параметр
Ҳаво бўйича унумдорлиги	m <sup>3</sup> /soat	15000
	m <sup>3</sup> /s	4.17
Электрофильтрни кундаланг кесим юзаси	m <sup>2</sup>	0.785
Ташқи барабанни диаметри	m	1
Харакатдаги имульсли кучланиш	kV	42
Импульсларни частотаси	s <sup>-1</sup>	250
Тозаланадиган ҳавони тезлиги	m/s	5.3
Чангни бостириш зонаси	m	1
Чангни бостириш барабанларни айланиш тезлиги	min <sup>-1</sup>	4
Потенциал ва ерланган электродлар оралиги	m	0.1

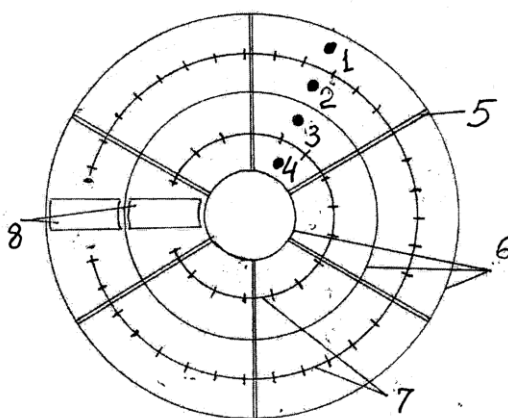
Синовлар СС-15А сепараторга ўрнатилган ҳолда ўтказилди [3; 19-39-б.].  
 Электр филтрни юқори импульсли кучланиш билан таъминлаш учун СС-15А сепараторни платформасига даврли импульслар генератори ўрнатилди. Генераторни кўзғатиш ротори қисқа туташган асинхрон моторда бажарилди (1.11-расм). Юқори кучланишли бир кутбли импульслар ҳосил қилиш манбаси (1.12-расм) да тасвирланган. Манба кучайтирувчи трансформатор ва кучланишни кучайтирувчи тўғирлагичдан тузилган [3; 19-39-б].



**1.11-расм. Мотор-генератор тизимининг кўриниши**



**1.12-расм. Юқори бир кутбли кучланишлар манбасини кўриниши**



1,2,3,4 - ҳавони тезлигини ўлчаш нуқталари; 5-чанг бостириш барабанларини қотириш учун планкалар; 6- чанг бостириш барабанлари; 7-тож разрядини ҳосил қилувчи барабанлар; 8-чангни йиғиб олиш мосламаси.

**1.13-расм. Электр филтрни чиқишида ҳавони тезлигини ўлчаш нуқталари**

Синовдан ўтган электр филтрани ҳаво бўйича унумдорлиги  $4.17 \text{ m}^3/\text{s}$ . Лекин электр филтёр ўрнатилган СС-15А сепараторнинг шамоллатгичини унумдорлиги  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , яъни 2,4 марта катта [3; 19-39-б.]. Бунинг учун энг аввал электр филтрани чиқишидаги ҳавони тезлиги ўлчанди. Ўлчовлар электр филтрани чиқишидаги тўртта нуқтада ўлчанди. Ўлчаш ишлари чашкали анемометр ёрдамида бажарилди ва экспериментал ўлчовлар натижалари 1.4-жадвалда келтирилган.

#### 1.4-жадвал

##### Электр филтрани чиқишида ҳавони тезликлари

Ўлчаш нуқталари	Ҳаво тезлиги m/s	Меъёрланган тезлик, m/s	Меъёрланган тезликдан ошиб кетгани
1 нуқта	7.3	4.15	1.75
2 нуқта	9.6	4.15	2.3
3 нуқта	12.7	4.15	3.05
4 нуқта	26.4	4.15	6.33

Электр филтрани чиқишининг ҳар-хил нуқталарида ҳавони тезлиги меъёрланган тезлигидан 1.75 дан 6.33 марта гача ошиб кетгани аниқланди. Бу эса электр филтрани ҳавони тақсимлаш мосламасини ўзининг вазифасини тўлиқ бажармаслигига боғлиқ. Будан ташқари СС-15А сепараторда ўрнатилган шамоллаткич  $55 \text{ kW}$  ли электр мотордан кўзғатилади ва мосламани кучли тебранишга олиб келади [3; 19-39-б.]. Бу эса шамоллатгичга бевосита ўрнатилган электр филтрани ҳам тебранишга олиб келади.

Айни ҳавони катта тезлиги ва тебраниш натижасида ерга уланган барабанларга чанг заррачаларини бостиришга тўсқинлик қилмоқда. Синов вақтида, юқори кучланиш берилгандан кейин, электр филтрани чиқишида чангни чиқиши кескин камайиши кўзатилди. Лекин 3...4 дақиқа ўтгандан кейин бостирилган чанглар ҳаво оқими билан чиқиб кетиши кузатилди. Буни бартараф қилиш учун барабанларни айланиш тезлигини ошириш зарур. Меъёрланган юқори кучланишни  $42 \text{ kV}$  ўрнига электр филтрани потенциал барабанларига  $23 \text{ kV}$  кучланиш берилгани аниқланди. Бу камчилик

барабанларни орасидаги масофа аниқ 0,1 m урнига 0,07 дан 0,13 m орасида ўзгаришига боғлиқ [3; 19-39-б.].

### **Биринчи боб бўйича хулосалар**

1. Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидаги чангли ҳавони тозалаш тизимларида стример шаклдаги тожли разрядда ишлайдиган электр филтрдан фойдаланиш эвазига технологик ҳавони тозалашга етарлича зарурият борлигини кўрсатади. Яъни амалдаги чанг тозаловчи курилмалар (циклон)лар орқали технологик жараёнлардан ажралиб чиқаётган чанглар рухсат этилган меъёрдан ошиб кетишини юзага келтиради. Бу эса пахта тозалаш корхонасига нисбатан жарима қўллашга олиб келади.

2. Пахта тозалаш корхоналари технологик жараёнларидаги ҳавони тозалаш йўналишида олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари шуни кўрсатадики, мазкур йўналишда ҳорижий ҳамда маҳаллий олимлар томонидан бир қатор тадқиқот ишлари амалга оширилганлигига қарамасдан бугунги кунга қадар стример шаклдаги тож разряддан фойдаланиб чангли ҳавони электр майдонларда тозалаш жараёнини энергетик ва экологик самарадорлигини ошириш учун электр филтрлар тизимини қўллаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган ва мазкур масалаларни илмий томондан ёндашиб ечиш долзарблиги асосланди.

3. Мавжуд электр филтрларда тозаланадиган ҳаво оқимининг тезлиги, “игнали потенциал ва ерга уланган” электродлар тизими ва уларни юқори кучланиш билан таминловчи таъминот манбалари таҳлил этилиб, уларнинг имкониятлари, афзалликлари ва камчиликлари ўрганиб чиқилди. Таҳлиллар натижасида тозаланадиган ҳаво оқимининг тезлиги 1 m/s дан ошмаслиги, чанг бостириш узунлиги 27 метрлиги ва электродлар орасидаги разряд жараёнлари катта оралиқда ўзгариб туриши каби камчиликлар аниқланди. Ушбу камчиликларни бартараф этишга асосланган такомиллаштирилган электр филтр ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқ эканлиги асосланди.

## **II-БОБ. ҲАВО ОҚИМИДАН АЭРОЗОЛ ЗАРРАЧАЛАРНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ НАЗАРИЙ ТАДҚИҚИ**

### **2.1-§ Юқори кучланишли униполяр импульслар билан таъминланганда электр фильтрнинг параметрлари ўртасидаги боғлиқлик**

Олдинги тадқиқотларга [3; 113-118-б.] кўра, пахта тозалаш корхоналари биносида чангланган ҳавони тозалашга мўлжалланган электр фильтрлар учун электродлар орасидаги масофа 0,05 м га, технологик жараёнлардан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалаш учун эса 0,1 м га тенг бўлган. Бирок, кейинги тадқиқотлар шуни кўрсатадики, 0,1 м электродлар орасидаги масофа кўпинча пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларида ишлатиладиган  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  қувватга эга циклонларнинг чиқишидаги чангланган ҳавони тозалаш учун етарли эмас экан. Шунинг учун тўртта ёки ундан ортиқ чанг бостириш барабанлари бўлган электр фильтрлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади, бу электр фильтрларнинг дизайнини сезиларли даражада мураккаблаштиради.

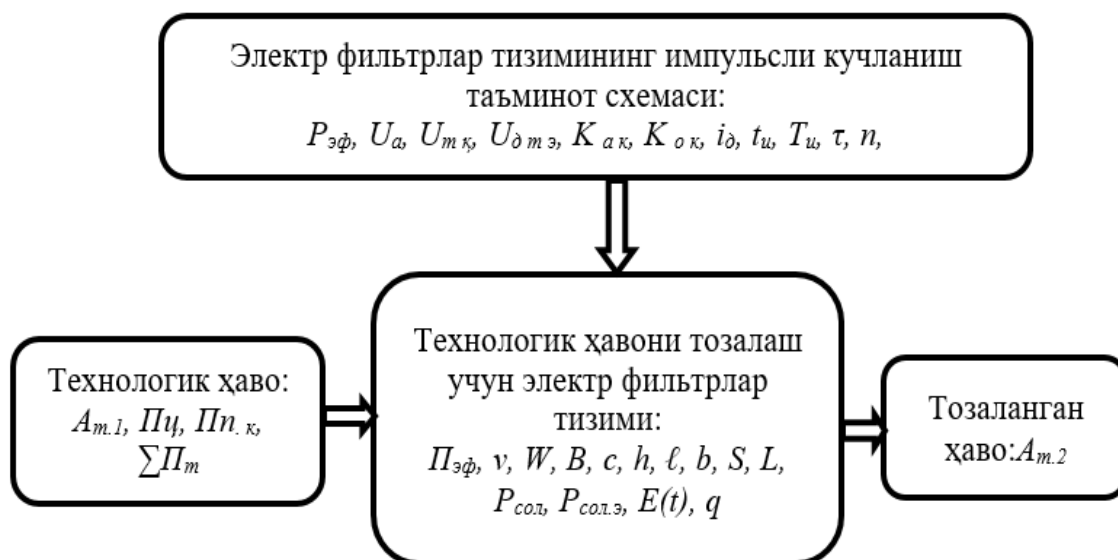
Шунинг учун электродлар орасидаги масофани 0,15 м гача ошириш, технологик жараёнлардан ажралиб чиқаётган чангланган ҳавони тозалаш бўйича электр фильтрнинг самарадорли ишлашини 50% га ошириш имконини беради.

Текис электродли электр фильтрлардан фойдаланиш мумкин, аммо ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, бир хил ишлаш билан текис электродлари бўлган электр фильтрнинг материалга кетадиган ҳаражати барабан типли электродларга кетадиган ҳаражатга қараганда 2,5-3 баравар юқори.

Электродлари барабан типли электр фильтрлар бостирилган чангни доимий равишда тозалашга имкон беради, қатламли чангни тозалаш жараёни эса аэродинамик қаршилик кучайиши билан мураккаблашади.

Олдинги тадқиқотларда электродлар орасидаги масофалари 0,05 ва 0,1 м, бўлган электр фильтрларнинг параметрларини аниқлаш учун методология ишлаб чиқилган бўлиб, улар 2.1-расмда тасвирланган [3; 45-48-б.].





**2.1-расм. Технологик жараёндаги чангланган ҳавони тозалаш учун электр филтрларнинг технологик параметрлари**

**Тозаланиши керак бўлган чангли ҳаво параметрлари:**

$A_{т.1}$ , –электр филтрга чангланган технологик ҳавони кириш йўлида унинг ифлосланганлик даражаси,  $mg/m^3$ ;  $П_{ц}$  – технологик жараёнларда алоҳида ишлаб турган циклонларнинг унумдорлиги,  $m^3/s$ ;  $\sum П_{ц}$  – технологик жараёнлардаги тозаланиши керак бўлган ҳаво миқдори,  $m^3/s$ .  $A_{т.2}$ , – электр филтрнинг чиқишидаги технологик чангланган ҳавонинг ифлосланганлик даражаси,  $mg/m^3$ .

**Электр филтрлар системаси параметрлари:**

$П_{эф}$  – электр филтлда тозаланган ҳаво унумдорлиги,  $m^3/s$ ;  $\nu$  – электр филтрнинг чанг бостириш зонасидаги ҳаво оқимининг тезлиги,  $m/s$ ;  $W$  – электр филтрнинг ҳавони тозалаш даражаси,  $\%$ ;  $B$  – технологик разряд оралик масофаси,  $m$ ;  $З$  – чангни бостириш зонаси,  $m$ ;  $b$  – электр филтлда чанг бостириш зоналари сони;  $S$  –электр филтрнинг технологик чангланган ҳаво ўтиш жойидаги кесим юзаси,  $m^2$ ;  $L$  – электрод тизимининг узунлиги,  $m$ ;  $P_c$  – технологик чангланган ҳаво оқимидан чанг зарраларини бостириш жараёнининг солиштирма қуввати,  $(W \cdot s/m^3)$ ;  $E(t)$  – разряд оралиғида электр

майдон кучланганлиги,  $V/m$ ;  $q$  – технологик чангланган ҳаво оқимидаги чанг заррачасининг электр заряди,  $Kl$ .

**Юқори кучланишли униполяр импульслар манбасининг параметрлари:**

$P_{\text{эф}}$ – электр фильтрнинг истеъмол қуввати,  $W$ ;  $U_{\text{а.и}}$  – кучланиш импульсининг амплитудаси,  $V$ ;  $U_{\text{д}}$ – кучланиш импульсининг таъсир этувчи қиймати,  $V$ ;  $U_{\text{п}}$ – кучланиш импульсининг доимий ташкил этувчиси,  $V$ ;  $K$ – кучланиш импульсининг амплитуда коэффиценти;  $K_{\text{п}}$  – кучланишни ошиб кетиш коэффиценти, %;  $i_{\text{д}}$  – импульсли токнинг таъсир этувчи қиймати,  $A$ ;  $\tau$  – импульс қувурлиги;  $n$  – импульс частотаси,  $s^{-1}$ ;  $t_{\text{и}}$ – импульс давомийлиги,  $s$ ;  $T_{\text{и}}$  – импульс даври,  $s$ .

Тозаланган ҳаво бўйича электр фильтрнинг унумдорлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Pi_{\text{эф}} = vS = vBL, \quad (2.1)$$

бунда  $v$  – электр фильтр актив зонасидаги ҳаво оқимининг тезлиги,  $m/s$ ;  $S$  – электр фильтрнинг ҳаво ўтиш жойидаги кесим юзаси,  $m^2$ ;  $B$ – технологик разряд оралиқ масофаси,  $m$ ;  $L$ – электрод тизимининг узунлиги,  $m$ .

Бизнинг тадқиқотларимизда қуйидаги электр фильтрларнинг параметрлари аниқлади (2.1-жадвал).

## 2.1-жадвал

**Ҳаво оқими тезлигининг қийматлари, чангни бостириш зонаси ва разряд оралиғининг турли қийматлари**

Разряд оралиғи, $m$	Ҳаво оқимининг тезлиги, $m/s$	Чанг бостириш зонаси, $m$	Ҳаво оқимидан чанг бостиришни солиштирма қуввати, $W \cdot s/m^3$
0,05	3,47	0,5	45
0,1	8	1	33
0,15	10	1	21

Ушбу параметрларнинг таҳлили асосида қуйидаги маълумотлар аниқланди. Электродлар орасидаги масофани 0,15 m гача ошириш ҳаво оқимининг тезлигини оширади ва ҳаво оқимидан чангни бостириш жараёнининг солиштирма қувватини камайтиради.

Бундан келиб чиқадики, электр филтрни ҳаво бўйича унумдорлигини ошириш учун электродлар орасидаги масофани 0,15 m гача ва ҳавони тезлигини ошириш билан эришиш мумкин. Бунда электр филтър габарит ўлчамлари ортади, электр майдон кучланганлиги етарли бўлиши учун манба кучланишини ошириш керак бўлади. Мавжуд электр филтърларнинг актив зонасида ҳаво оқими тезлиги 0,7-1,5 m/s га ва чанг бостириш зонаси 27 m ни ташкил этади [3; 48-49-б.].

Электр филтърнинг истеъмол қуввати ҳаво оқимидан чангни бостириш жараёнининг солиштирма қуввати бўйича аниқланади:

$$P_{эф} = \Pi_{эф} P_{сол}, \quad (2.2)$$

бунда  $\Pi_{эф}$  – битта электр филтърнинг тозаланган ҳаво бўйича унумдорлиги,  $m^3/s$ ;  $P_{сол}$  – ҳаво оқимидан чангни бостириш жараёнининг солиштирма қуввати,  $W \cdot s/m^3$ .

(2.2) формуладаги  $P_{сол}$  тозаланаётган ҳаво оқими тезлигига тескари пропорционал бўлади:

$$P_{сол} = P_{эф} / vS, \quad (2.3)$$

бунда  $P_{эф}$  – битта электр филтърнинг истеъмол қуввати,  $W$ ;  $v$  – электр филтър актив зонасидаги ҳаво оқимининг тезлиги,  $m/s$ ;  $S$  – электр филтърнинг ҳаво ўтиш жойидаги кесим юзаси,  $m^2$ .

Электр филтър электроди баландлиги параметри бир хил қолганида, чанг бостириш зонаси камайиб, электр филтър истеъмол қуввати пасаяди. Яъни электр филтър истеъмол қуввати чанг бостириш зонаси узунлигига тескари пропорционал бўлади.

Агар мавжуд электр филтърларнинг чанг бостириш зонаси ва газ оқими тезлигини мос равишда  $Z_1$  ва  $v_1$  ва ишлаб чиқиляётган электр филтърлар учун

мос равишда  $v_2$  ва  $Z_2$  бўлса, истеъмол қилинадиган қувватнинг камайиш даражаси қуйидаги формула билан аниқланади:

$$m = (v_2 / v_1)(Z_1 / Z_2) / (P_{ЭГAB} / P_{ЭФ}) \quad (2.4)$$

бунда  $v_1$  – мавжуд электр филтрларнинг чанг бостириш зонасидаги газ оқимининг тезлиги, m/s;  $Z_1$  – мавжуд электр филтрларнинг чанг бостириш зонаси, m;  $v_2$  – ишлаб чиқилаётган электр филтр учун газ оқимининг тезлиги, m/s;  $Z_2$  – ишлаб чиқилаётган электр филтрнинг чанг бостириш зонаси, m;  $P_{ЭГAB}$  – 467420 m<sup>3</sup>/soat - ЭГAB1-40-12-4-4 электр филтрни хаво бўйича бир соатдаги унумдорлиги;  $P_{ЭФ}$  - 36000 m<sup>3</sup>/soat - электр филтрни хаво бўйича бир соатдаги унумдорлиги.

(2.4) дан келиб чиқиб, электр филтр истеъмол қиладиган қувватининг сезиларли камайишига хаво оқими тезлигини ошириб ва чанг қўндириш зонасини камайтириб эришиш мумкин бўлади.

(2.4) ифодага ЭГAB1-40-12-4-4 электр филтрнинг параметрларини қўйиб ҳисоблаимиз:

$$m = (10/1)(21,6/1)/(467420/36000) = 16,64.$$

Яъни, электр филтрларда истеъмол қилинадиган қувват, мавжуд бўлган ЭГAB1-40-12-4-4 электр филтрига қараганда истеъмол қуввати 16,64 марта кам [13].

Электр филтрларнинг габаритлари қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Г = nSЗ = nBLЗ, \quad (2.5)$$

бунда n – электродлар сони; В– технологик разряд оралиқ масофаси, m; L– электрод тизимининг ўртача узунлиги, m; З – чангни бостириш зонаси, m.

Шу сабабли чанг бостириш зонасини камайтириб электр филтрларнинг габаритларини камайтириш мумкин бўлади. Ўтказилган таҳлилдан келиб чиқиб, электр филтрлар системасининг энергетик самарадорлигини оширишга, тозаланаётган газ оқими тезлигини ошириш ва чанг қўндириш зонасини камайтириш йўли билан эришиш мумкин бўлади.

Бу тадбирлар (йўллар) истеъмол қиланаётган қувватни камайтиришдан ташқари электр фильтр габарити, массаси ва мос равишда ишлаб чиқиладиган электр фильтрларнинг танархини камайтириш имконини беради.

## 2.2-§ Электр филтлда чанг заррачаларига таъсир этадиган кучлар

Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалаш учун электр филтрнинг барча муҳим физик-механик хоссаларини ҳисобга олган ҳолда, ҳар хил қийматдаги йўналтирилган электр майдон кучи ва механик кучлар билан таъсир кўрсатади.

Кўплаб маълумотларга кўра [56; 16-28-б, 69; 9-14-б.] электр филтр электр майдонидаги жараёнларида қатор кучлар таъсирида аниқланади:

- электр майдонининг кучланганлиги билан заррачаларларда заряд орасидаги таъсир кучи, бошқача айтганда Кулон кучи;

- электр майдонининг нотекислиги оқибатида юзага келувчи куч (пандеромотор кучи);

- ойна тасвири кучи;

- ерга уланган электродда индукцияланган ёки ҳосил қилинган зарядлар таъсирида юзага келувчи куч.

- яна адгезион, трибоэлектрик, молекуляр тортишиш кучлари таъсир этиши мумкин.

Санаб ўтилганлар ичида энг катта таъсирли куч Кулон кучи бўлиб, ҳаво оқимидан чанг заррачаларини бостириш жараёнида муҳим ўрин тутаяди:

$$F_k = qE, \quad (2.6)$$

бунда  $q$  – чанг заррачасидаги заряд миқдори, Кл;  $E$  – электр майдон кучланганлиги  $V/m$ .

Заррачанинг урилиб зарядланишида унинг тож разряди электр майдонида олган чегаравий заряд миқдори қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$q_c = 4\pi\epsilon_0 [1 + 2(\epsilon_1)/(\epsilon + 2)] E a^2, \quad (2.7)$$

бунда  $\epsilon_0$  – электр доимийлиги,  $8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m;  $\epsilon$  – чанг заррачасининг нисбий диэлектрик синдирувчанлиги;  $a$  – чанг заррачасининг радиуси;  $m$ .

Мос равишда ток ўтказувчи заррача учун қуйидаги ифодани ёзишимиз мумкин:

$$q_c = 12\pi\epsilon_0 E a^2. \quad (2.8)$$

(2.7) ни (2.8) га қўйиб, қуйидаги ифодани олишимиз мумкин:

$$F_k = qE = 12\pi\epsilon_0 E^2 a^2. \quad (2.9)$$

Бундан келиб чиқиб, ҳаво оқимидан чанг заррачаларини бостириш жараёнидаги асосий куч, Кулон кучи электр майдон кучланганлигининг квадратига пропорционал, заряд миқдори эса тўғри пропорционал бўлади. Шу сабабли ҳаво оқимидан чангни бостириш самарадорлигига электр майдон кучланганлигини ошириб эришиш мумкин.

### **2.3-§ Бир қутбли юқори кучланиш билан икки томонлама таъминот манбасини ишлаб чиқиш**

Мавжуд электр филтрларда доимий кучланишлардан фойдаланади, уларнинг қиймати синовдан олдинги қийматларда автоматик равишда сақланади. Шу сабабдан электр филтрларда газ тозалаш самарадорлигини ошириш, кучланишнинг таъсир қилиш вақтини қисқартириш билан газларда электр кучини ошириш қонуниятидан фойдаланган ҳолда, импульсли кучланишларнинг қувурлигини кенгайтириш ёрдамида амалга ошириш мумкин бўлади. [59; 6-7-б, 82; 84-88-б.].

Бу ерда таъкидлаш жоизки, электр майдонида заррачаларни дастлаб зарядлаб олиниши кераклиги ҳақида хато тасаввур бор эди. Бизнинг тадқиқотларимиздан кўринадики, заррачаларда заряд фақат у электр майдонида бўлганида сақланади. Заррачанинг электр майдонидан чиқишида унинг заряди ўша заҳотиёқ йўқолади ва у нейтраллашади. Заррачаларнинг яна электр майдонига киришида қисқа муддатга электр кучи пайдо бўлади (0,005

s атрофида), кейин заррача экспоненция қонунияти бўйича зарядланади [81; 70-76-б.].

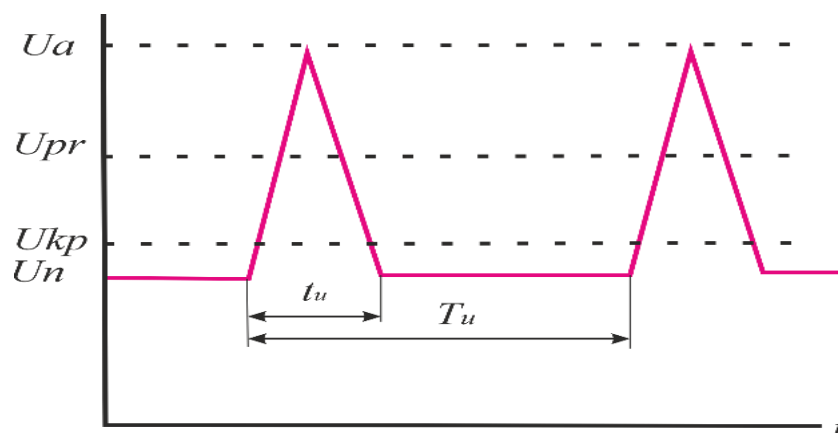
Мавжуд электр филтлда ишлатиладиган тожли разряд токи мустақил зарядсизланиш бўлиб, зарядсизланиш токининг частотаси ва амплитудасининг кенг диапазонда ўзгариши, зарядсизланишнинг кулфланиши, учкун ёки ёй шаклларига ўтиш билан тавсифланади. Мустақил бўлмаган зарядсизланишларни янада барқарорлаштириш жараёнлари билан тавсифланади.

Кўриниб турибдики, электр майдонида разряд жараёнларини барқарорлаштириш электр филтдрнинг энергия ва экологик самарадорлигини ошириш муаммосини ҳал қилади. Шунинг учун ишчи гипотеза шакллантирилди: "электр филтдр тизимининг энергия ва экологик самарадорлигини оширишга мустақил ва мустақил бўлмаган зарядсизланиш ҳаракати бирлаштирилган электр майдонлари ёрдамида эришиш мумкин". Шакллантирилган гипотезани амалга ошириш учун электр филтдрларда доимий кучланиш таъминоти тизимида, амплитудаси разряд оралиғининг тешилиш кучланишидан юқори бўлган, униполяр юқори кучланишлар импульсидан фойдаланилади.

Импульс амплитудасига таъсир қилганда, мустақил разряд пайдо бўлади ва импульслар орасидаги паузада доимий электр майдонини яратиш керак, унинг интенсивлиги ионлаш жараёнларига олиб келмайди. Бу вақтда мустақил разряди пайдо бўлади. Бир технологик интервалда мустақил ва мустақил бўлмаган зарядсизланишларни битта қувват манбаи билан бирлаштириш илмий ва амалий қизиқиш уйғотади. Бунга, масалан, мустақил зарядсизланиш пайдо бўлиши учун чегара остидаги доимий компонентли катта қувурликнинг бир кутбли импульс кучланишидан фойдаланиш орқали эришиш мумкин. Бу ҳолда кучланиши импульс расмда кўрсатилган параметрлар билан тавсифланади.

Кучланиш импульс қўлланилганида тож разряд токининг частота бўйича барқарорлигининг зарурати автомат равишда йўқолади.

Маълумотларни таҳлили шуни кўрсатадики [59; 6-7-б, 82; 84-88-б.], разряд оралиғига кучланишнинг таъсир кўрсатиш вақти қанчалик кам бўлса кучланиш тешилиши шунчалик юқори бўлади.



$U_a$  – кучланиш импульсининг амплитудаси, V;  $U_n$  – кучланиш импульсининг доимий ташкил этувчиси, V;  $U_{кр}$  – кучланишнинг таъсир этувчи қиймати, V;  $t_n$  – импульс давомийлиги, s;  $T_n$  – импульснинг такрорланиш даври, s;  $K = T_n/t_n$  – импульснинг қувурлиги(чуқурлиги);  $n$ , – импульслар частотаси  $s^{-1}$ .

## 2.2 - расм. Юқори кучланиш униполяр импульсларнинг бир разряд оралиғида мустақил ва мустақил бўлмаган разрядларни бирлаштириш параметрлари

Доимий кучланишнинг узилиш чегарасидан ошиб кетган кучланиш импульсининг миқдори ортиқча кучланиш коэффициенти билан характерланади:

$$K_n = U_a / U_{д.п.}, \quad (2.10)$$

бунда  $U_a$  – кучланиш импульсининг амплитудаси, V;  $U_{д.п.}$  – доимий кучланишнинг узилиш чегараси, V.

Кучланиш импульси таъсирида разряд оралиғидаги жараёнларни кўпчилик авторлар кўриб чиққан [59; 6-7-б, 75; 779-789-б, 76; 212-233-б, 77; 400-401-б, 82; 84-88-б.]. Бу ишларда асосан экспериментал изланишлардаги жараёнлар кузатилган ва таҳлил қилинган, хулосалар олинган. Лекин бу ерда авваламбор кучланиш импульси таъсирида ҳаводаги разряд механизмини



аниқлаш керак бўлади. Олинган маълумотларга асосланиб кучланиш импульси таъсирида бир турли бўлмаган электр майдонлардаги разряд механизмлари аниқланилиши мумкин бўлади.

Газларни кучланиш импульси таъсирида тешилишида разряд оралиғига кучланиш бошланиш моментидан, кучланишнинг пасайиши бўйича кўринадиган, разряд оралиғини тешилишигача маълум бир вақт ўтади бу вақт кечикиш вақти дейилади –  $t_k$ . Кечикиш вақти кўпинча кучланиш тешилиш қийматига эришган моментдан унинг  $0.9U_a$ , қийматигача пасайгунича ўтган вақт ўлчаб олинади, бу ерда:  $U_a$ – импульс амплитудаси.

Газнинг тешилиши кучланишнинг кескин пасайиши билан кузатилади. Бунда газнинг ўтказувчанлигининг кечикиш вақтида ортиб бориш жараёни тешилиш олди ходисаси дейилади. Бундай ажратилиш катта даражада шартли бўлади, чунки кучланиш пасайишини ифодаловчи ток катталиги ташқи электр занжир қаршилигига боғлиқ бўлади.

Кучланишнинг пасайиши оралиқ ўтказувчанлигининг турли ортиб бориш фазаларида, яъни зарядланган заррачалар концентрациясининг ортишига боғлиқ бўлган турли физик жараёнлар билан аниқланадиган занжирнинг қаршилигига боғлиқ равишда ўтиши мумкин. Лекин вазиятнинг универсаллиги шундаки, разряд оралиғида ионизация жараёнлари бошлангунга қадар, ҳеч бўлмаса, жараёнга туртки бўладиган битта электрон бўлиши зарур.

Шу сабабли кечикиш вақти  $t_k$  иккига бўлинади: жараёнга туртки бўладиган битта электрон пайдо бўлиш вақти - статистик кечикиш вақти  $t_c$  ва жараённи шакллантирилиш вақти  $t_{ш}$ , бу вақт орасида бирламчи электрон куюни пайдо бўлади ва ионизациянинг кейинги даври бошланиб, разряд орасидаги газ тешилиш ҳолатига келади [59; 9-12-б].

Бундай импульслар генерацияси схемасининг камчилиги сифатида электр майдонининг зарядланган чанг заррачаси билан ўзаро кучлар таъсири жараёнида кучланиш импульсининг доимий ташкил этувчисини, ҳамда разряд жараёнининг барқарор ўтишини таъминлайдиган чегаравий импульслар

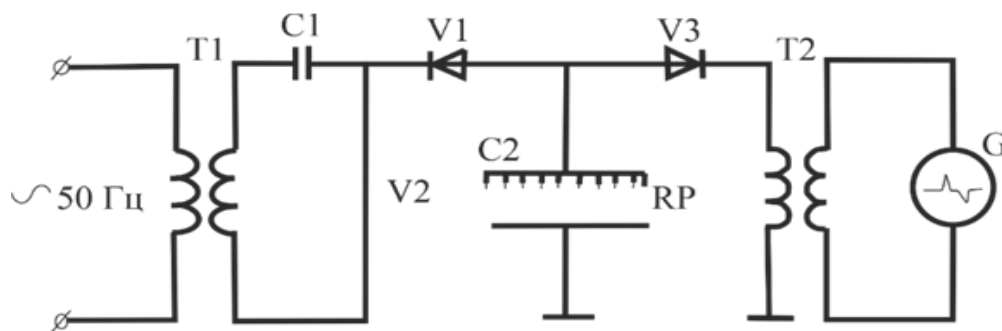
миқдорини чегаралаб турувчи занжирнинг эквивалент қаршилигини ўзгартириш қийинлигини кўрсатиш мумкин.

## 2.1-жадвал

**Бир томонлама таъминот занжири ва 4,5 амплитуда коэффиценти учун разряд оралиғининг турли қийматларида юқори кучланиш ва электр майдон кучланганлиги**

Электродлар орасидаги масофа, m	Ишчи кучланиш, kV	Кучланиш амплитудаси, kV	Электр майдон кучланганлигининг ишчи қиймати, V/m	Электр майдон кучланганлигининг амплитуда қиймат, V/m
0,05	20	32	400	640
0,1	40	64	400	640
0,15	60	96	400	640

Бу камчиликларни бартараф этиш учун икки томонлама таъминот схемасидан фойдаланиш мумкин (2.3-расм).



T1– кучайтирувчи трансформатор; C1–конденсатор; C2– разряд оралиғининг сифими; T2– кучайтирувчи трансформатор; G – даврий кучланиш импульслари генератори; V1,V2,V3–диодлар

### 2.3-расм. Юқори кучланишли униполяр импульсларни ишлаб чиқарувчи икки томонлама таъминот манбани принципал схемаси

Кучланиш импульсининг доимий ташкил этувчи кучланишини ҳосил қилиш учун схемада тармоқ кучланишини оширувчи трансформатор T1 қўлланилади. Занжирнинг кучланишини кўпайтирувчи схема (C1, V1 ва V2)

ёрдамида тўғирланади ва разряд оралиғига РП (С2) берилади. Импульс даврий кучланиш Т2 трансформаторда кучайтирилганидан кейин, V3 вентил воситасида тўғирланади ва доимий ташкил этувчи кучланишга қўшилади.

**2.4-§ Юқори кучланишли униполяр импульсларни ишлаб чиқарувчи икки томонлама таъминот манбани тахлили асосида жараёнинг математик моделини ишлаб чиқиш**

Разряд оралиғида импульслар орасидаги паузада ток ва кучланишнинг ўзгариш қонуниятини аниқлаймиз. Бунинг учун занжирнинг эквивалент схемаси (2.4-расм) бўйича комплекс шаклдаги характеристик тенгламани тузамиз ва қуйидаги ифодага эга бўламиз:

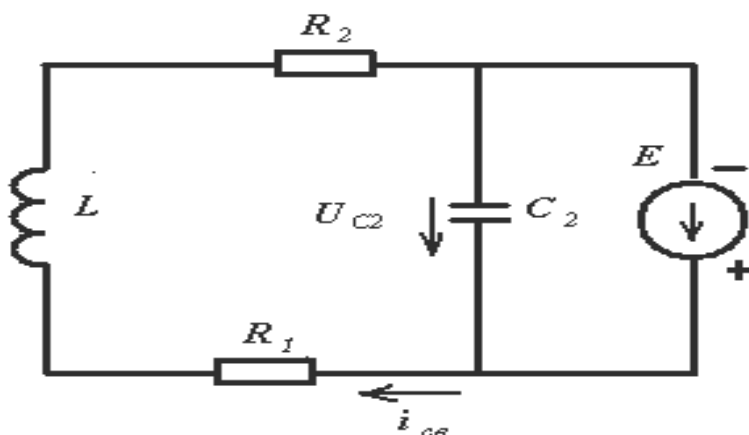
$$Z = R_1 + R_2 + j\omega L + 1/j\omega C_2. \quad (2.11)$$

$j\omega$  ҳадни  $Z(p)$  ифода билан алмаштириб, олинган ифодани нолга тенглаймиз ва қуйидагига эга бўламиз:

$$Z(p) = R_1 + R_2 + pL + 1/pC_2 \quad (2.12)$$

ёки

$$p^2(C_2L) + pC_2(R_1 + R_2) + 1 = 0. \quad (2.13)$$



**2.4-расм. Импульслар орасидаги паузада икки томонлама таъминот манбаининг эквивалент схемаси**

Характеристик тенгламанинг (2.12) илдизи куйидаги тенглама билан аниқланади:

$$p_{1,2} = \{-C_2(R_1 + R_2) \pm [C_2(R_1 + R_2)]^2 - 4(C_2L)\}^{0.5} / 2C_2L. \quad (2.14)$$

Разряд оралиғи кучланишининг эркин ташкил этувчиси куйидаги ифода билан ёзилади:

$$U_{C2} = (A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t}) + U_a. \quad (2.15)$$

Занжирдаги ток катталиги эса:

$$i_{cв} = C_2 (A_1 p_1 e^{p_1 t} + A_2 p_2 e^{p_2 t}). \quad (2.16)$$

Бошланғич шартлардан:  $U_{C2,a} = 2U_0$ ;  $i_{cв,0} = i_a$ , тенгликларни оламиз:

$$U_a = A_1 + A_2, \quad i_a = A_1 p_1 + A_2 p_2. \quad (2.17)$$

Бундан эса:

$$A_1 = (p_2 U_a - i_a) / (p_2 - p_1), \quad (2.18)$$

$$A_2 = (p_1 U_a - i_a) / (p_2 - p_1). \quad (2.19)$$

Интеграллаш доимийларининг бундай қийматларида разряд оралиғи кучланиши ва занжир токи ҳамда импульслар орасидаги паузадаги ток катталиги куйидаги қонуниятлар бўйича ўзгаради:

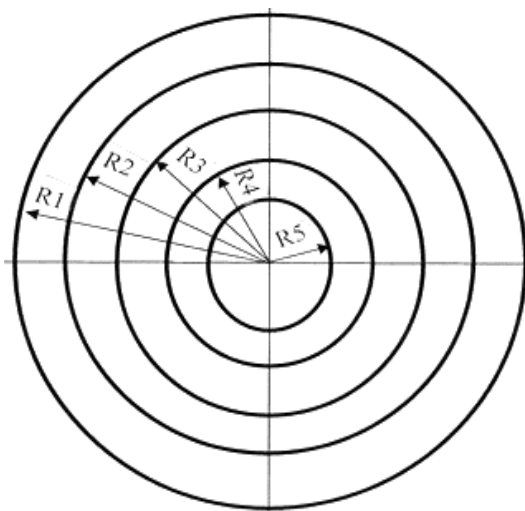
$$U_{C2} = 1 / (p_2 - p_1) [(p_2 U_a - i_a) e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) e^{p_2 t}] \quad (2.20)$$

$$i_{cв} = C_2 / (p_2 - p_1) [(p_2 U_a - i_a) p_1 e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) p_2 e^{p_2 t}]. \quad (2.21)$$

Электр филтлда разряд оралиғининг иккита таъминот схемаларини солиштириш учун (2.20) ва (2.21) тенгламалар ечилди. Бунда занжирнинг куйидаги параметрлари олинди:  $L=100 \text{ Гн}$ ;  $R_1=35 \times 10^3 \text{ Ом}$ ;  $R_2=2 \times 10^6 \text{ Ом}$ ;  $C_1=10^{-8} \text{ Ф}$ ;  $C_2=10^{-10} \text{ Ф}$ . Интеграллаш қадами  $0,0001 \text{ с}$ .

Ҳар-хил разряд ораликлари учун икки тамонлама қувват манбаи бўлган манбадан технологик разряд оралиғининг электр таъминоти занжирида вақтинчалик жараённинг қиёсий таҳлилини ўтказамиз: 0,1 ва 0,15 м.

Таҳлилнинг аниқлиги учун (2.5 – расм) да кўрсатилган расм асосида учта чанг бостириш барабани бўлган электр филтърнинг электр сиғимини аниқлаймиз.



**2.5-расм. Учта чанг бостириш барабани бўлган электр филтърнинг электр сиғимини ҳисоблаш учун схема**

Ҳисоблашда электр филтърни электродлар тизимининг қуйидаги геометрик параметрлари ишлатилган:

электродлар оралиғи 0,1 м:  $R1= 0,5$  м,  $R2=0,4$  м,  $R3=0,3$ м,  $R4=0,2$ м,  $R5=0,1$ м;

электродлар оралиғи 0,15 м:  $R1= 0,7$  м,  $R2=0,55$  м,  $R3=0,4$ м,  $R4=0,25$ м,  $R5=0,1$ м.

Электр филтърнинг электродлар тизимининг кетма-кет уланиши туфайли сиғим формула қуйидагича ҳисоблаб чиқилган

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0\ell}{\ln \frac{D_1}{D_2}} + \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0\ell}{\ln \frac{D_2}{D_3}} + \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0\ell}{\ln \frac{D_3}{D_4}} + \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0\ell}{\ln \frac{D_4}{D_5}}$$

$$C = 2\pi\epsilon\epsilon_0\ell \left[ \left( \ln \frac{D_1}{D_2} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_2}{D_3} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_3}{D_4} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_4}{D_5} \right)^{-1} \right] \quad (2.22)$$

$$C_{0,15} = 2\pi\epsilon\epsilon_0\ell \left[ \left( \ln \frac{D_1}{D_2} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_2}{D_3} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_3}{D_4} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_4}{D_5} \right)^{-1} \right] =$$

$$55,578 \left[ \left( \ln \frac{0,7}{0,55} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,55}{0,4} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,4}{0,25} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,25}{0,1} \right)^{-1} \right] \bullet 10^{-12} =$$

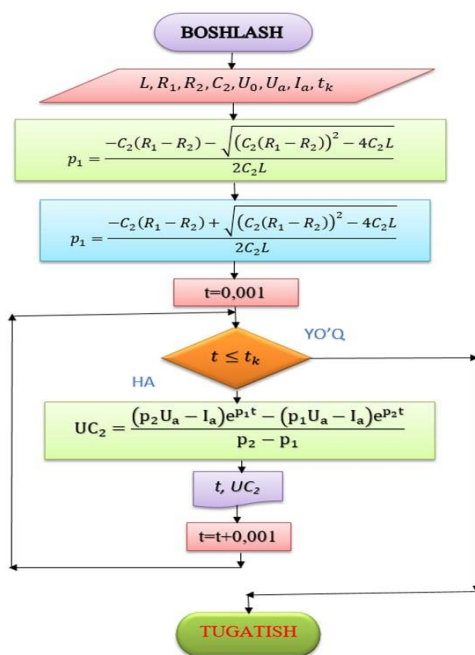
$$= 55,578(4,14 + 3,14 + 1,96 + 1,09)10^{-12} = 574,12 \cdot 10^{-12} \Phi \quad (2.23)$$

$$C_{0,1} = 2\pi\epsilon\epsilon_0\ell \left[ \left( \ln \frac{D_1}{D_2} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_2}{D_3} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_3}{D_4} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{D_4}{D_5} \right)^{-1} \right] =$$

$$55,578 \left[ \left( \ln \frac{0,5}{0,4} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,4}{0,3} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,3}{0,2} \right)^{-1} + \left( \ln \frac{0,2}{0,1} \right)^{-1} \right] \bullet 10^{-12} =$$

$$= 55,578(4,48 + 3,47 + 2,5 + 1,45)10^{-12} = 661,38 \cdot 10^{-12} \Phi \quad (2.24)$$

Ҳисоб натижаларига кўра, импульслар орасидаги паузада кучланишнинг ўзгаришини ҳисоблаш бўйича қуйидаги 2.6-расмда тасвирланган алгоритм ишлаб чиқилган.



**2.6-расм. Импульслар орасидаги паузада кучланишнинг ўзгаришини ҳисоблаш бўйича алгоритм**

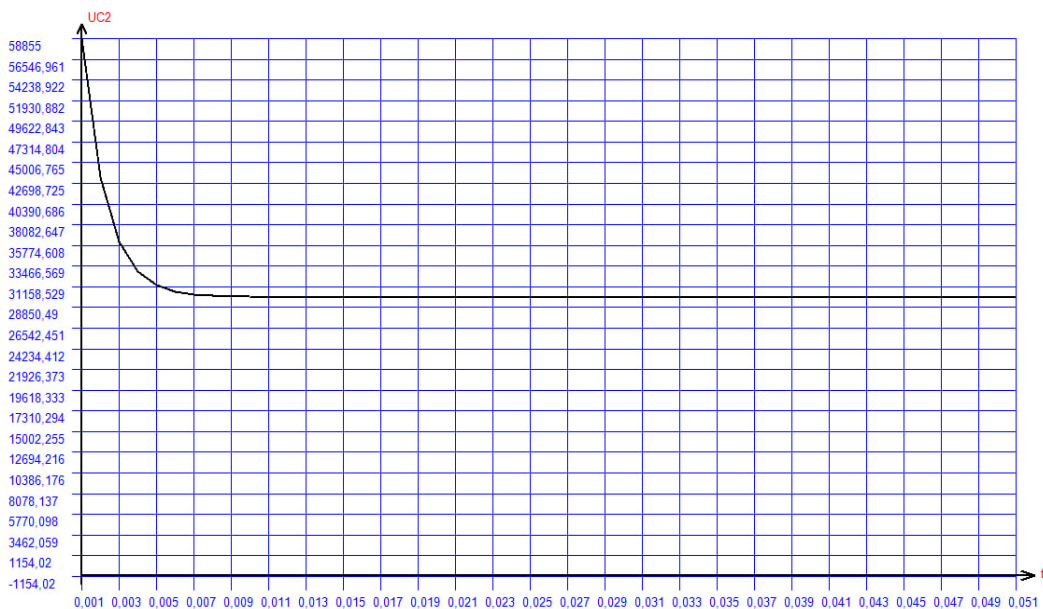
Масала икки ҳил разряд оралиғи учун компьютерда ечилди:

Электродлар оралиғи 0,1 m бўлганда ҳисоблаш қуйидаги параметрлар бўйича амалга оширилди:

Дастлабки маълумотларнинг қиймати билан  $L=100 \text{ Gn}$ ;  $R_1=35 \times 10^3 \text{ Om}$ ;  $R_2= 2 \times 10^6 \text{ Om}$ ;  $C_2=661,38^{-12} \text{ F}$ ;  $U_0=30000 \text{ V}$ ;  $U_a=60000 \text{ V}$ ;  $I_a=0,001 \text{ A}$ ;  $t_0=0,001 \text{ s}$ ;  $t_k=0,05 \text{ s}$ ,  $dt=0,001 \text{ s}$  натижа қуйидаги шаклни олган.

Ҳисоблашларнинг натижалари график кўринишда тасвирланган (2.7-расм).

t=	UC2=
0,001	58855,17916616
0,002	43329,6010568292
0,003	36157,5865900319
0,004	32844,4866768399
0,005	31314,0057937338
0,006	30607,0027467607
0,007	30280,4038888809
0,008	30129,5321006686
0,009	30059,8371341089
0,01	30027,6416625677
0,011	30012,7690191197
0,012	30005,8986267154



**2.7-расм. Электродлар орасидаги масофа 0,1 m учун импульслар орасидаги пауза вақтида разряд оралиғидаги кучланишнинг ўзгариш жараёни**

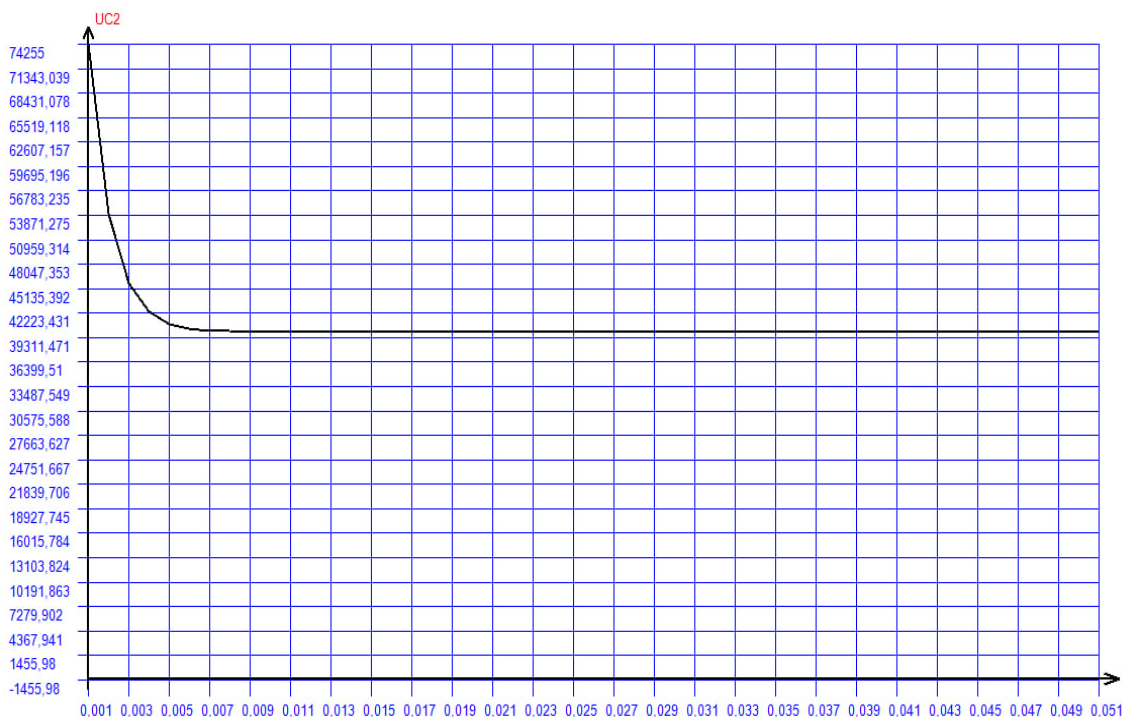
Импульслар орасидаги паузада разряд токи стабил бўлиши учун амплитуда кучланиши 0,55 гача тушганини шартли килиб олсак, бунда  $U_{C2}$  кучланиш  $60000 \times 0,55 = 33000 \text{ kV}$  бўлади. 2.7-расмдаги боғлиқликдан бу кучланиш 0,004 s ичида пасаяди. Стабиллашган частота эса  $250 \text{ s}^{-1}$  ташкил қилади.

Электродлар оралиғи 0,15 m бўлганда ҳисоблаш қуйидаги параметрлар бўйича амалга оширилди:

Дастлабки маълумотларнинг қиймати билан  $L=100 \text{ Gn}$ ;  $R_1=35 \times 10^3 \text{ Om}$ ;  $R_2= 2 \times 10^6 \text{ Om}$ ;  $C_2=574,12^{-12} \text{ F}$ ;  $U_0=40000 \text{ V}$ ;  $U_a=80000 \text{ V}$ ;  $I_a=0,001 \text{ A}$ ,  $t_0=0,001 \text{ s}$ ;  $t_k=0,05 \text{ s}$ ,  $dt=0,001 \text{ s}$  натижа қуйидаги шаклни олади.

Ҳисоблашларнинг натижалари график кўринишида тасвирланган (2.8-расм).

t=	UC2=
0,001	74254,9251473825
0,002	53992,4972629419
0,003	45715,6738405532
0,004	42334,7460312253
0,005	40953,7001554649
0,006	40389,5687044198
0,007	40159,1315410758
0,008	40065,0022629586
0,009	40026,5522105874
0,01	40010,8460821976
0,011	40004,4304220415
0,012	40001,8097446717



**2.8-расм. Электродлар орасидаги масофа 0,15 m учун импульслар орасидаги пауза вақтида разряд оралиғидаги кучланишнинг ўзгариш жараёни**

Импульслар орасидаги паузада разряд токи стабил булиши учун амплитуда кучланиши 0,55 гача тушганини шартли килиб олсак, бунда  $U_{c2}$  кучланиш  $80000 \times 0,55 = 44000 \text{ kV}$  бўлади. 2.8-расмдаги боғлиқликдан бу



кучланиш  $0,003 \text{ s}$  ичида пасаяди. Барқарорлашган частота эса  $333,3 \text{ s}^{-1}$  ташкил қилади.

Кучланишни кучайтириш схемаси учун занжир элементларининг бир хил параметрларида стример шалидаги тож разрядининг барқарор жараёнлари таъминланадиган максимал частота  $140 \text{ s}^{-1}$  дан ошмаслиги керак, икки томонлама таъминланувчи схемада эса  $333,3 \text{ s}^{-1}$  дан ошмаслиги зарур.

Икки томонлама таъминланувчи схема импульслар кучланишининг доимий ташкил этувчисини керакли ораликларда ўзгартириб ростлаш имконини беради. Бундан ташқари икки ярим даврли схемадан фойдаланганда даврий кучланишлар импульси частотасига нисбатан икки марта кўп частота олиш мумкин бўлади.

Икки тамонлама таъминот схемаси учун импульслар орасидаги пауза вақтида разряд оралиғидаги кучланишнинг ўзгариш жараёнига ЭХМ дастурий гувонома олинган ва иловада келтирилган.

### **Иккинчи боб бўйича хулосалар**

1. Технологик разряд оралиғида разряд жараёнларини барқарорлиги мустақил ва мустақил бўлмаган разрядларнинг бирлаштирилиши билан амалга ошириш мумкин бўлади ва бир разряд оралиғида бирлаштирилиши униполяр ўткир бурчакли юқори кучланиш импульси воситасида амалга оширилиши мумкин.

2. Икки томонлама таъминланган занжир схемасида разряд жараёнларининг барқарорлиги таъминланадиган импульслар частотаси, кучланишни тўғирлаш ва кучайтириш схемаси частотасига нисбатан каттароқ бўлади.

3. Импульслар орасидаги паузада кучланишнинг ўзгаришини ҳисоблаш бўйича алгоритм ишлаб чиқилган ва дастур учун ЭХМ гувоҳнома олинган.

4. Ҳисоблар бўйича электродлар орасидаги масофа  $0,1 \text{ m}$  бўлганда барқарорлашган частота  $250 \text{ s}^{-1}$  ташкил қилган,  $0,15 \text{ m}$  учун –  $333,3 \text{ s}^{-1}$ , яъни электродлар орасидаги масофани оширган билан барқарорлашган частотани ўсиши кўзатилмоқда.

## **Ш-БОБ. ЧАНГЛАНГАН ҲАВО ОҚИМИДАН АЭРОЗОЛ ЗАРРАЧАЛАРНИ ТОЗАЛАШ БЎЙИЧА ЎТКАЗИЛГАН ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР УСУЛЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ**

### **3.1-§ Игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини максимал разряд токи билан аниқлаш усули**

Бизнинг тадқиқотимизда тожли разрядни ҳосил қилиш учун қувирлиги 5 дан зиёд, бир қутбли юқори кучланиш импульси ишлатилган. Доимий кучланишда олинган тожли разрядга қараганда, кучланиш импульсининг қуйидаги афзалликлари аниқланган.

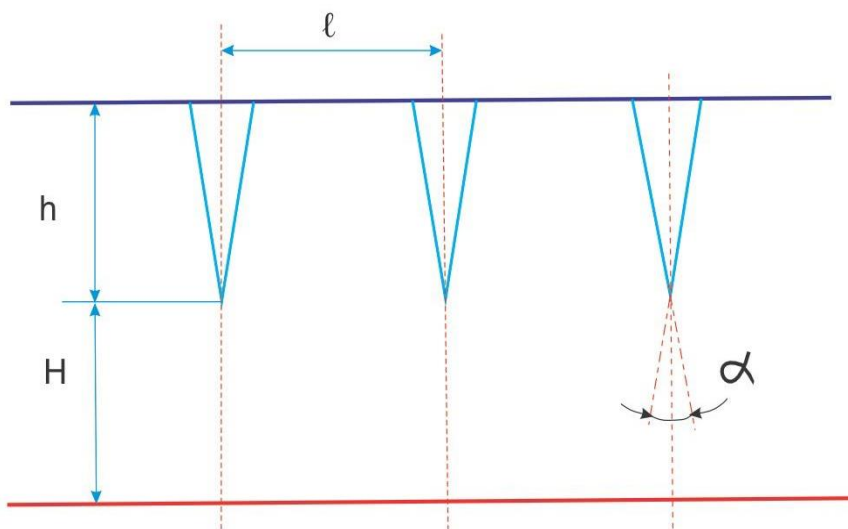
- разряд жараёнининг барқарорлиги;
- электр майдонининг куч характеристикаларини мос равишда ошириш билан разряд токининг ошиши;
- электр майдонидаги жараёнларнинг электр таъминоти схемасининг параметрларига боғлиқлиги.

Ушбу афзалликлар, шак-шубҳасиз, аэрозол заррачаларни тож разрядининг электр майдонларида бостириш жараёнининг самарадорлигини ошириши шубҳасиз. Электр фильтрларнинг олдинги ишланмаларида аниқланган электродлар тизимларининг параметрларини юқорида айтиб ўтилган икки турдаги электр разрядлари жараёнларидаги фарқ туфайли бизнинг тадқиқотларимизда қўллаб бўлмайд.

Технологик чангланган ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни бостириш учун стример шаклли тож разрядининг қўлланилиши турли қутбли ҳажмий зарядларни ажратувчи электр майдони ишлатиб, униполяр ҳажмий зарядлар токини ҳосил қилишни талаб қилади.

Бу мақсадда биз игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимидан фойдаландик (3.1-расм).

Стример шаклли тож разрядининг хоссаларини экспериментал тадқиқотларда игнали потенциал ва ерга уланган электрод тизимининг турли параметрларида максимал ток разрядининг қийматлари аниқланган.



$l$  – игналар орасидаги масофа;  $h$  – игналар узунлиги;  $H$  – игна учидан ерга уланган электродгача бўлган масофа;  $\alpha$  – игна учининг конуслиги.

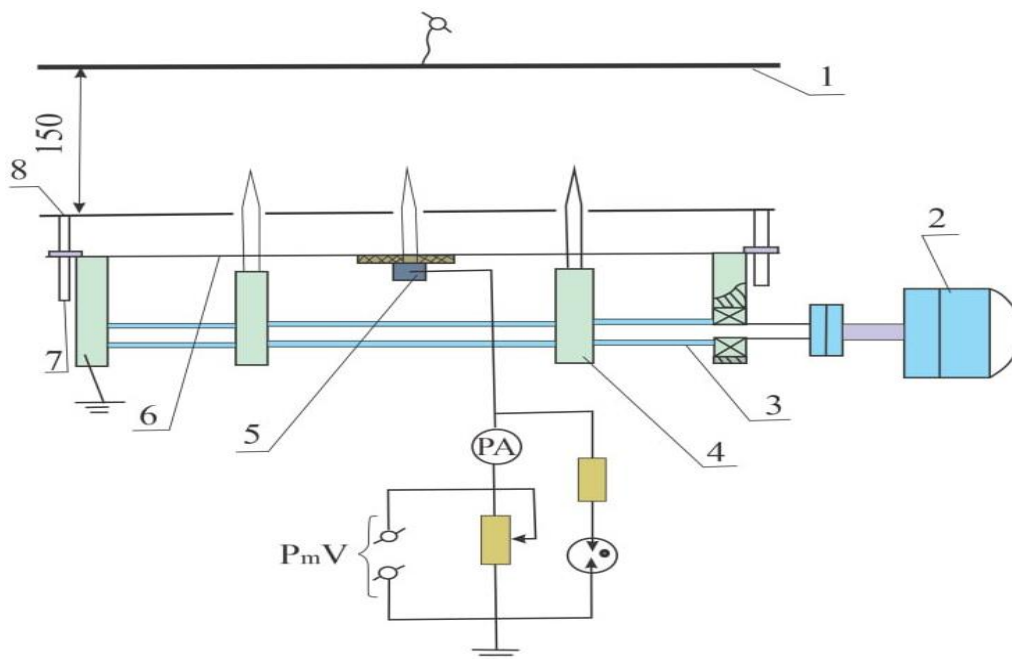
### 3.1-расм. Игнали потенциал электрод ва ерга уланган электрод тизимининг параметрлари

Технологик чангланган ҳавони максимал даражада тозалашни таъминлайдиган электродлар тизимининг параметрларини аниқлаш учун ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тозалаш учун бир қатор экспериментал тадқиқотлар ўтказилди.

[3; 98-102-б.] да стример шаклдаги тож разрядининг вольт-ампер характеристикалари тож разряд игналарининг узунлиги  $h$  ва игналар учидан ерга уланган электродгача бўлган масофа  $H$ , ўртасидаги  $h+H=0,1$  m га тенг бўлган турли масофаларда ўрганилган. Шу билан бирга,  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  дан ортиқ ҳаво оқимини тозалаш учун бундай электродлар орасидаги масофадан фойдаланиш текис ва цилиндрсимон электродлар билан электр фильтрларни сезиларли даражада мураккаблаштиришни талаб қилади.

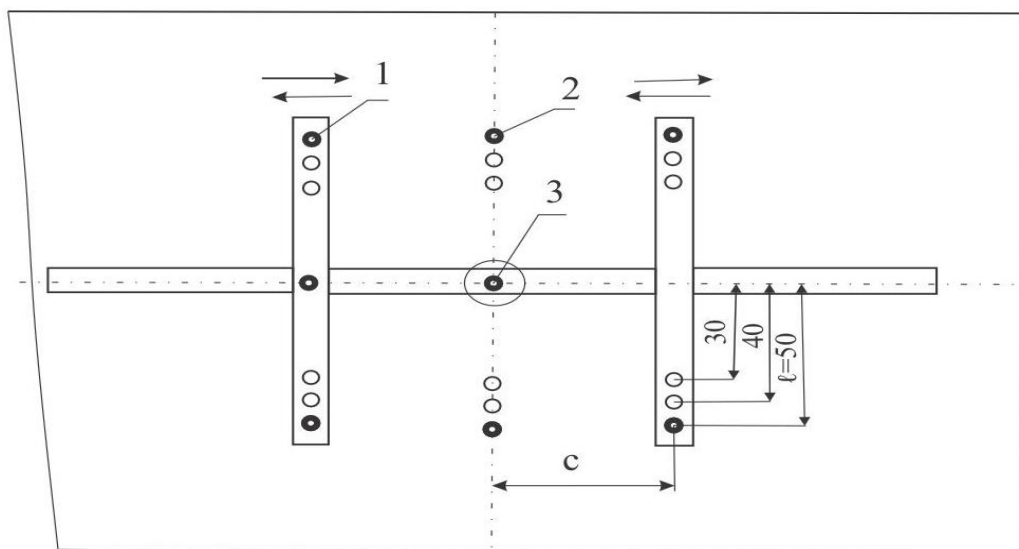
Мақсадга мувофиқ, бу электродлар орасидаги масофани  $0,15$  m гача оширишдир. Шунинг учун [3; 98-102-б.] да берилган тадқиқот методологиясига ўзгартиришлар киритилди ва тадқиқотлар  $0,15$  m га тенг электродлар орасидаги масофада амалга оширилди. Тожли разряд игналарининг узунлиги ва игналар орасидаги масофа ўзгартирилди.

Ўзгартиришлар киритилган тадқиқот учун стенднинг схемаси (3.2-расм)да кўрсатилган. Олдин ишлаб чиқилган стенд билан таққослаганда, стендга 0,15 м, масофада қўшимча ерланган электрод 8 ўрнатилди. Ерланган электродда шпилька 7, РД-2 типли редукторли реактив синхрон электродвигателдан, ўртасидан икки томонлама резьба очилган винтли валдан 3, ҳаракатдаги игналарни маҳкамлаш учун мўлжалланган кареткадан 4 иборат бўлган игнали электродларни силжитиш механизми ва монтаж пластинанинг 6 ердан изоляцияловчи диэлектрик пластинаси воситасида изоляцияланган ўлчов игнали электроди маҳкамланган. Ўлчаш схемаси КСП-4 типли ўзи ёзувчи потенциометр PmV дан, назорат микроамперметрдан, учқундан химоя занжиридан R1, FV ва ростловчи резистордан R2 ташкил топган.



1 – потенциалли текислик; 2 – редукторли электродвигатель; 3 – икки томонлама резьбали вал; 4 – корреткалар; 5 – ўлчовлар олиб борилган игна; 6 – монтаж пластинаси; 7 – ростловчи шпилькалар; 8 – ерга уланган текислик; PA – микроамперметр; R2 – шунтловчи текислик; PmV – КСП потенциометрни улаш учун клеммалар

**3.2-расм. Қатордаги игналар орасидаги масофа ва игналар узунлигининг стример шаклли тож разряди токига таъсирини ўрганиш стендининг схемаси**



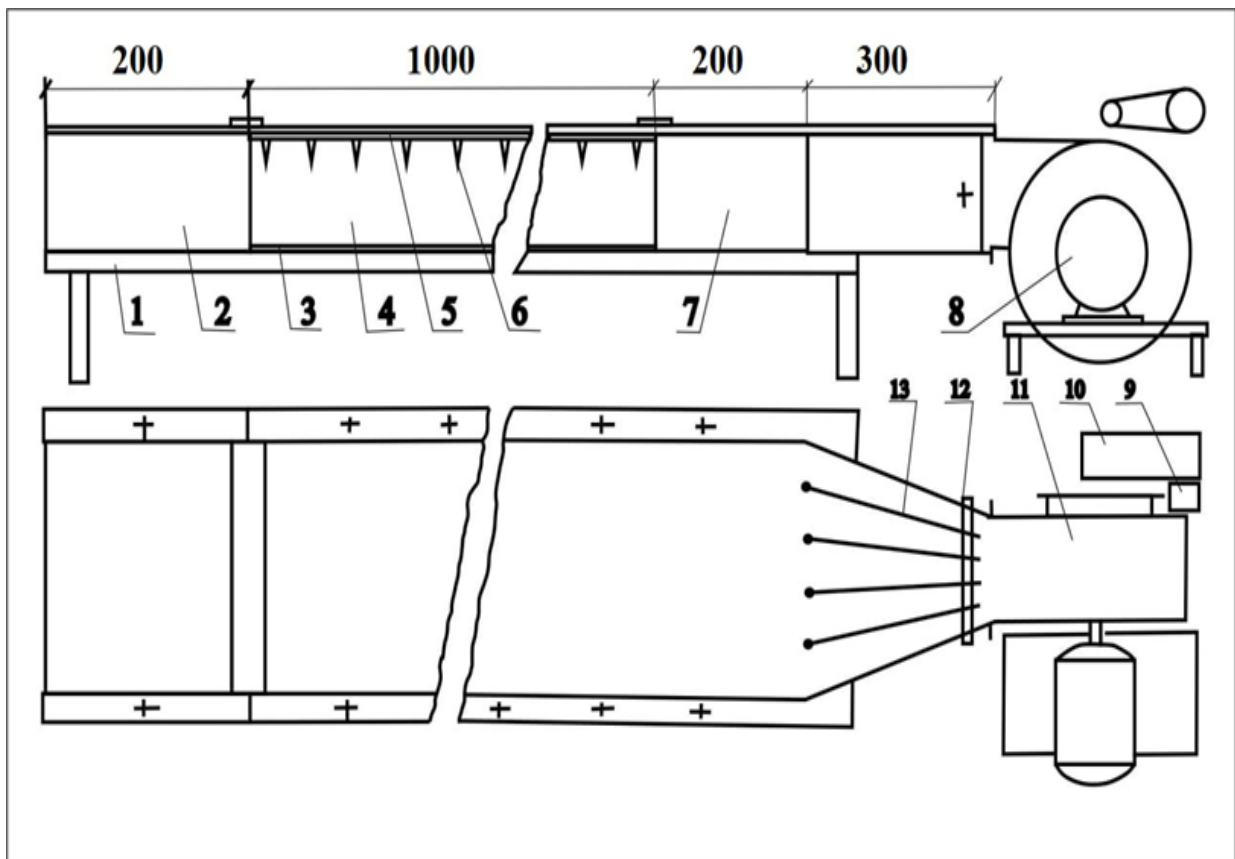
1 – ҳаракатдаги игналар қатори; 2 – қўзғалмас игналар қатори; 3 – игналар қаторининг ўртасида ўлчов игнаси;

**3.3-расм. Стример шаклли тож разряд токига турли узунликдаги игналар орасидаги масофанинг таъсирини ўрганиш учун стенд схемаси**

Ўлчов стендига (3.3-расм) ҳаракатдаги игналар қатори 1 маҳкамланган. Қўзғалмас 2 игналар қаторининг ўртасида ўлчов игнаси 3 ўрнатилган. Стенддаги кареткаларнинг силжиш тезлиги  $1 \text{ mm}^{-1}$ . КСП-4 ўзи ёзувчи потенциометр диаграмма чизиш тасмасининг тортиш тезлиги  $2 \text{ mm}^{-1}$ . Жараёни ёзиб бориш разряд токининг барқарор қиймати ўрнатилгунча бажарилади. Ўлчов игнасининг қиррасидан ҳаракатдаги игналар учигача бўлган минимал масофа 10 mm.

**3.2-§ Ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тозалаш даражасига кўра игнали потенциал электрод ва ергаланган электрод тизимининг параметрларини аниқлаш усули**

Игналали потенциал электрод ва ерга угланган электрод тизимнинг параметрларини оптималлаштириш ва чанг заррачаларини ҳаво оқимидан тозалаш жараёни экспериментал тадқиқот натижалари асосида аниқланди. Ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни бостириш жараёнини экспериментал ўрганиш учун стенд ишлаб чиқилди (3.4 -расм).



1 – монтаж столи; 2 – чиқиш патрубкиси; 3 – ерланган электрод;  
 4 – олинадиган қути; 5 – потенциал текислик; 6 – тож ҳосил қилувчи игналар;  
 7 – кириш патрубкиси; 8 – вентиляторни электр мотори; 9 –транспортернинг  
 электр мотори; 10 – транспортер; 11 – марказдан қочма вентилятор;  
 12 ва 13 – фиксатор ва ҳаво оқимини меъёрловчи пластина

### 3.4-расм. Ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни тутиб олиш жараёнини ўрганиш учун стенднинг схемаси

Стенда игнали потенциал ва ерга уланган электродлар орасидаги масофа 0,15 *m*. Стенда чанг заррачаларини бостириш зонасининг узунлиги 1,0 *m*. Бу масофа 0,1 *m* дан 10 та секцияга бўлинди. Чанг бостиришнинг биринчи секцияси чанг бостириш зонасининг киришида жойлашган. Марказдан қочма вентиляторнинг юритмаси сифатида кетма-кет қўзғатиш чулғамли домий ток двигатели олинган. Стенд орқали ўтаётган ҳаво оқимининг тезлиги электроддигателга берилаётган кучланиш катталигини ўзгартириб ростланди. Тадқиқотларда стенд орқали ўтаётган ҳаво оқимининг тезлиги 10 *m/s* ни ташкил қилди.

Экспериментал тадқиқотларда пахта тозалаш корхоналаридан олинган ва тешиги 50  $mkm$  ли элакдан ўтказилган чанг ишлатилган. Ўзбекистон Республикасида 100 дан ортиқ пахта тозалаш корхоналарини мавжудлиги сабаб пахта чанглари билан тажриба-синовлари ўтказилган. Бу корхоналарда пахта хомашёсига бирламчи қайта ишлов амалга оширилади, уларнинг технологик жараёнларидан катта миқдорда ҳаво ( $50 \text{ m}^3/\text{s}$  дан ортиқ) фойдаланишни назарда тутлади. Технологик жараёнлардан ажралиб чиқадиган ҳаво ҳар хил ўлчамдаги циклонлар ва чангни чўктирувчи камералар ёрдамида тозаланади.

Ушбу қурилмалар 50 микрондан каттароқ чанг зарраларини ушлашда самарали ишлайди. Чанг зарраларининг ўлчамлари (дисперслиги) пасайиши билан чанг тутиб олиш қобилияти кескин камаяди. Атроф-муҳитга жуда кўп миқдордаги майда чанг (ўн минглаб тонналар) чиқарилади. Заводларнинг цехлари ва биноларида, шунингдек уларнинг ҳудудида чангнинг рухсат этилган контсентрация чегарасидан сезиларли даражада ошади. Технологик жараёнлардаги ҳавони тозалаш учун электр филтларда қўлланиладиган 0,15  $m$  электродлар орасидаги масофада ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларни ушлаб туриш жараёнини ўрганиш дастлабки чанг миқдори  $560 \text{ mg}/\text{m}^3$  бўлганида амалга оширилди. Бунинг учун дозаловчи конвейерининг 0,05  $m$  узунлигига 0,003  $kg$  оғирликдаги чанг намунаси қуйилади.

Ҳавонинг дастлабки ифлосланиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Z_0 = m_0 / [hbV(d / v)] \quad (3.1)$$

бунда  $m_0$  – ўлчаб олинган чанг массаси,  $mg$ ;  $h$  – электродлар орасидаги масофа,  $m$ ;  $b = 0.2 \text{ m}$  – стенд қувурининг кенглиги;  $V$  – ҳаво оқимининг тезлиги,  $m/s$ ;  $d$  – транспортёрнинг узунлиги,  $m$ ;  $v = 0.0015 \text{ m/s}$  – транспортёр ҳаракатланиш тезлиги.

Экспериментал тадқиқотлар пайтида ҳаво оқимининг тезлиги 10  $m/s$ .

Ҳавони тозалаш даражаси чанг бостириш электродининг барча 10 та секциядаги тутиб олинган чанг массаларини қўшиб қуйидаги ифода ёрдамида аниқланди

$$W_0 = (\sum m_n \cdot 100) / m_0, \% \quad (3.2)$$

бунда  $m_n$  – стэнд зоналарида тутиб олинган чанг массаси,  $mg$ .

Ҳаво оқимидан чанг зарраларини стример шаклли тож разряди электр майдонида бостириш жарёнининг динамикасини ўрганиш учун экспериментал тадқиқотар натижаларига қуйидаги методика бўйича ишлов берилди.

Стэнд зоналари бўйича бостирилмаган чанг массалари қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$\Delta m_n = m_0 - \sum (m_1 + m_2 + \dots + m_{10}), \quad (3.3)$$

бунда  $m_1 + m_2 + \dots + m_n$  – 10 та зоналар бўйича бостирилган чанг массаси.

Стэнд зоналари бўйича ҳавонинг чангланганлиги қуйидаги формула билан аниқланди:

$$Z_n = m_n / [hbV / (d / v)] \quad (3.4)$$

Стэнд зоналари бўйича ҳавонинг тозаланиш даражаси қуйидаги формула билан аниқланди:

$$W_n = (m_g \cdot 100) / \Delta m_p, \% \quad (3.5)$$

Тажрибада 3.1-жадвалда келтирилган параметрлар билан тож разряд игналари ўрнатилган потенциал электродлар ишлатилди. Таққослаш учун, потенциал электродлар ҳам кетма-кет игналар ва игналар қаторлари орасидаги бир хил масофаларда қилинди. Тажрибада импульс кучланиш частотаси  $500 \text{ imp}^{-1}$  эди. Тажриба натижалари доимий кучланишли тож разряди билан олинган тозалаш даражаси билан солиштирилди.

Тозалаш даражаси (3.2) формула бўйича чанг бостирувчи электроднинг барча 10 та зонаси бўйлаб бостирилган чанг массаларини йиғиб, аниқланди.



Чанг бостириш электроди сиртида бостириб қолинган чангларни юқори кучланиш манбаси узилганидан кейин чангнинг чиқиб кетишини олдини олиш учун эксперимент қуйидаги кетма-кетликда ўтказилди:

ўлчаб олинган чанг массаси таъминловчи транспортерга жойлаштирилди;

стендга юқори кучланиш манбаи уланди ва разряд оралиғида учқун тешилиши ҳосил бўлгунча кучланиш ошириб борилди;

кейин кучланиш тешилиш кучланишига нисбатан 20% га камайтирилди; марказдан қочма вентилятор двигатели ишга туширилди ва ҳаво оқими тезлиги  $10 \text{ m/s}$  га тенг бўлишини таъминловчи кучланиш ўрнатилди;

бирданига секундомер ва дозаловчи транспортер юритмаси двигатели ишга туширилди;

стенд 40 секунд ишлаганидан сўнг вентилятор ва дозаловчи транспортер ўчирилди;

вентилятор тўлиқ тўхтаганидан кейин юқори кучланиш мабаи ҳам ўчирилди;

юқори кучланиш манбаидан қолдиқ заряд йўқотилгандан кейин унинг чиқишлари ерга уланди;

стенд қутиси ажратилди, ҳар бир секцияларда бостирилган чанг эҳтиётлик билан йиғиб олинди ва  $1000 \text{ mg}$  ўлчов кенгликли ва ҳар бир бўлиниши  $2 \text{ mg}$  бўлган ВЛТК-1000 типли тарозида массаси ўлчаб олинди.

Зоналар бўйича чанг порциялари миқдори тарозида тортиб олингандан сўнг барча тутиб олинган чанг миқдори аниқланди.

Чангни 100 % тутиб қолиш ва зарур бўлган чанг бостириш узунлигини аниқлаш учун қуйидаги методика бўйича қўшимча эксперимент ўтказилди:

Бостирилмаган чанг массаси миқдори қуйидаги формула билан аниқланди:

$$m_{\text{ост}} = m_0 - \sum m_n. \quad (3.6)$$

Чангнинг қолдиқ массасида ҳаво оқимининг чангланганлиги қуйидаги формула билан аниқланди:

$$Z_{ocm} = m_{ocm} / (hbV). \quad (3.7)$$

Тутиб олинмаган чанг массаси жойлашган дозаловчи транспортер узунлиги куйидагича аниқланди:

$$d = (m_{ocm} v) / (Z_{jcn} hbV). \quad (3.8)$$

Игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимнинг параметрларини ўрганиш натижаларига аниқлик киритиш учун чанг бостириш электродида бостирилган чанг изларининг манзараси ўрганилди.

Дастлаб битта турли узунликдаги тож разряд электроди ёрдамида тутиб олинган чанг манзараси ўрганилди. Бунинг учун потенциал электрод марказида навбат билан узунлиги 15, 20, 25, 30, 35, 40 mm бўлган тож разряд игналари ўрнатилди. Кейин чангни бостириш манзараси игнали электродлар қатори билан қатордаги игналар орасидаги масофа тенг бўлган ва икки баробар фарқ қилган ҳолат учун ўрганилди.

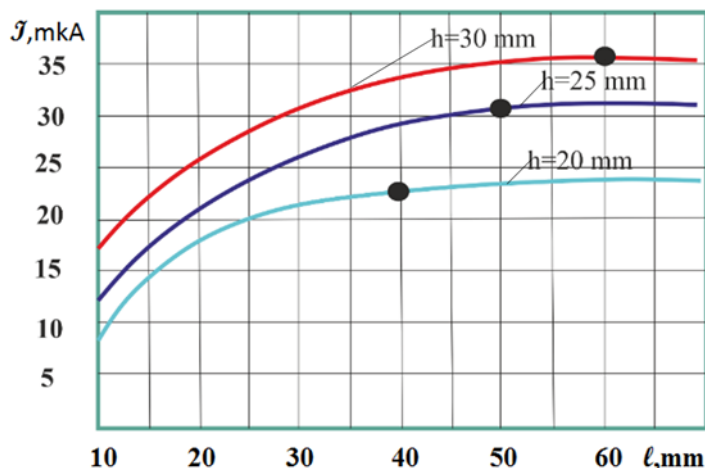
Бу изланишларимизда ҳаво оқими тезлиги 2 m/s гача камайтирилди.

Битта игнали тож разряд электроди токининг, электродлар текисликлари орасидаги масофа 0,15 m бўлганида, ёнма-ён турган тож разряд игнали электродларгача бўлган масофага боғлиқлиги импульсли кучланишнинг таъсир этувчи қиймати  $5,4 \times 10^4$  V ва частотаси  $500 \text{ s}^{-1}$  бўлганда олинган.

Разряд оралиғининг разряд билан тешилиши  $5,8 \times 10^4$  V кучланишда рўй берди. Олинган диаграммаларни солиштириш учун битта график чизилди (3.5-расм). Графиклар битта тож разряд электрод токининг бошқа игна электродларигача бўлган масофага, шунингдек уларнинг узунлигига сезиларли даражада боғлиқлигини кўрсатади.

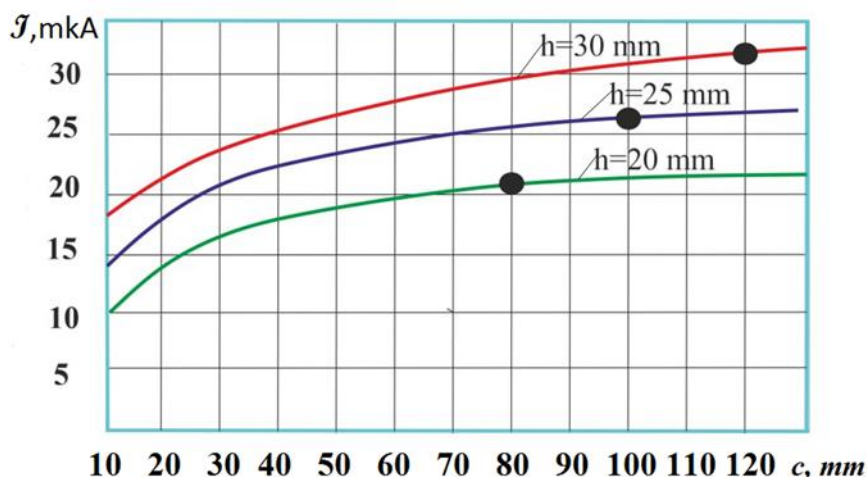
### 3.3-§ Максимал разря токи бўйича игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини аниқлаш натижалари

Бир қатордаги игна электродлари орасидаги масофалар графикларда нуқталар билан белгиланган эгри чизикларнинг бурилиш нуқталаридан аниқланди.



$h$  – тож разряд ҳосил қилувчи игналарнинг узунлиги

### 3.5-расм. Ҳар хил узунликдаги битта тож разряд игналари токига, $H+h=0.15 \text{ m}$ бўлганида, игналар орасигача бўлган масофага боғлиқлиги



$h$  – тож разряд ҳосил қилувчи игналарнинг узунлиги

### 3.6-расм. Ҳар хил узунликдаги битта тож разряд игналари токининг, тож разряд игналари қатори орасидаги масофага боғлиқлиги

Олинган маълумотларда, қаторлардаги тож игналари орасидаги масофа игна қаторлари орасидаги масофадан икки баравар кам эканлиги аниқ

кўрсатилган. Ушбу нисбатни таҳлил қилиш мумкин эмас. Бунинг сабаби ҳаво оқимидан аэрозол зарраларини бостириш жараёнини экспериментал тадқиқотлар давомида аниқланди. Игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг маълум параметрларидан энг мақбуллари ҳаво оқимидан аэрозол заррачаларини бостириш жараёнининг экспериментал тадқиқотлари асосида танланди.

### **3.1-жадвал.**

#### **Игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг электродлар орасидаги масофаси 0,15 м бўлгандаги параметрлари**

Параметрларнинг номланиши	Параметрлар		
Игна разряд электродларининг узунлиги, mm	20	25	30
Бир қатордаги игналар орасидаги масофа, mm	40	50	60
Игналар қатори орасидаги масофа, mm	80	100	120

#### **3.4-§ Ҳаво оқимини аэрозол зарраларидан тозалаш даражасига кўра игнали потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг параметрларини ўрганиш натижалари**

Узунлиги 25 mm бўлган тож разряд игналаридан бостирилган чанг доғлари нақшлари диққатга сазовордир, уларнинг поғонали жойлашиши ва игналар орасидаги ва игналар қаторлари орасидаги бир хил масофа (3.7-расм) ва тождан бостирилган чанг доғларининг нақшлари. 20 mm узунликдаги игналар, уларнинг игналар орасидаги ва қаторлардаги игналар орасидаги масофа қаторлардаги игналар орасидаги масофадан икки баравар катта (3.7 ва 3.8-расм) ларда тож разряд игналарининг ҳимоя таъсирини аниқ кўриш мумкин, бу эса тўпланган чанг доғлари шакллариининг бузилишига олиб келади.

Бунда қаторлардаги тож игналари орасидаги масофа игна қаторлари орасидаги масофадан икки баравар кам эканлиги аниқланди. Ушбу

маълумотларнинг тўғрилиги турли параметрларга эга электродлар тизимларида ҳаво оқимидан чанг заррачаларини бостириш жараёнини ўрганишнинг қуйидаги натижалари билан тасдиқланди.



**3.7-расм. Игналар шахмат тартибда жойлашганида ва игналар узунлиги 25 mm бўлганида ерга уланган электродга чанг ўтиришида пайдо бўлган доғларнинг фотосурати**

Бир қатордаги игналар ва игна қаторлари орасидаги масофа бир хил бўлган игнали потенциал электродлар учун ҳаво оқимидан чанг зарраларини бостириш жараёнининг экспериментал тадқиқотлари натижалари 3.2-жадвалда келтирилган.

Таҷриба натижаларига кўра, бостирилган чангнинг асосий қисми ерга уланган электродларнинг 3,4,5,6,7 ва 8-бўлинмаларига тўғри келишини кузатишимиз мумкин бўлади. Ҳаводан чанг заррачаларини тозалашни энг юқори даражаси 20 mm узунликдаги тож игналари билан кузатилди, аммо у ҳам бўлса 65,87% га тенг. Умумий токи эса  $(50 \dots 60) \times 10^{-6}$  А гача эканлиги кузатилди.

Қатордаги игналар ва игна қаторлари орасидаги масофалар бир хил бўлган электродларнинг потенциал қийматлари пастлиги сабабли, игна қаторлари орасидаги масофа катталашган электродлар учун кейинги тадқиқотлар ўтказилди.

Таққослаш учун, доимий кучланишдаги тадқиқотлар фақат 25 mm узунликдаги тож разряд игналари билан ўтказилди.



**3.8-расм. Игналар коридор тартибда жойлашганида ва игналар узунлиги 25 mm бўлганида ерга уланган электродга чанг бостиришида пайдо бўлган доғларнинг фотосурати**

Доимий кучланишда тозалаш даражасининг ўртача қиймати 46,33%, импульс кучланишида эса 68,77% ни ташкил этди. Импульсли кучланиш билан бостириш жараёни доимий кучланишга қараганда анча барқарор. Энг юқори тозалаш самараси игна узунлиги 25 mm бўлганда кузатилди. Ҳавони тозалаш даражаси 90,36% ни ташкил қилди, бунда чангнинг дисперслиги  $\pm 2,98\%$  бўлди.

3.4-расмдаги стенд зоналари бўйлаб ҳаво оқимини тозалаш жараёнининг динамикаси қизиқиш уйғотади. Шу мақсадда электрод тизимининг энг мақбул параметрлари учун олинган экспериментал тадқиқотлар натижалари 4.3, 4.4, 4.5 формулалар ёрдамида қайта ишланди. Ушбу ҳисоб-китоблар натижаларига кўра (3.3-жадвал)да аниқ кўриниб турибдики, тозалашнинг барқарор даражаси стенднинг 5-8 зоналаридан бошланади ва ўртача 30,1% ни ташкил қилади.

Бу шуни англатадики, чанг зарраларининг чегаравий ион зарядланишининг ўтиш вақт:  $t_{\text{ўтиш}} = 4 \cdot 0,075 / 8 = 0,0375$  s бўлди.

## 3.2-жадвал

Қатордаги игналар ва игна қаторлари орасидаги масофадан икки баравар катта бўлганда ҳаво оқимидан чангни бостириш жараёнини тадқиқоти натижалари (электродлар орасидаги масофа 0,15 м, ҳаво оқими тезлиги 10 м/с)

$h$ , $mm$	$\ell$ , $mm$	$c$ , $mm$	$U$ , $10^3V$	$I$ , $10^{-6}A$	$f$ , $s^{-1}$	Умумий масса, $mg$	$W$ , %	$W_{\text{ўп}}$ $\pm\sigma$ , %	$P_{\text{сол}}$ , $Vt \cdot s/m^3$
20	40	80	56	120	500	1990	66,35	68,87 $\pm 2,95$	22,4
20	40	80	56	120	500	2092	69,7		
20	40	80	56	120	500	2018	67,27		
25	50	100	58	110	500	2682	89,4	90,36 $\pm 2,98$	21,0
25	50	100	58	110	500	2618	87,27		
25	50	100	58	110	500	2832	94,4		
30	60	120	55	100	500	2048	68,27	71,47 $\pm 2,26$	18,3
30	60	120	55	100	500	2190	73,07		
30	60	120	55	100	500	2192	73,07		

Илова: жадалда чанг бостиришни солиштирма қуввати кўйидаги тенгламадан аниқланган  $P_{\text{сол}} = (U \cdot I) / (\ell \cdot c \cdot v)$

## Стенд зоналари бўйлаб чангни бостириш жараёнининг динамикаси

Стенд зоналарининг тартиб рақами	Стенд зоналари бўйича бостирилган чангнинг массаси , <i>mg</i>	Стенд зоналари бўйича қолдиқ чанг массаси, <i>mg</i>	Стенд зоналари бўйича ҳавонинг чанглиги, <i>mg/m<sup>3</sup></i>	Стенд зоналари бўйича ҳавонинг тозалаш даражаси, %
1	191,3	2808	524	6
2	187,3	2621	489	7
3	314,7	2306	430	14
4	408	1898	354	22
5	422	1476	275	29
6	341,3	1135	211	30
7	280	855	159	32
8	193	662	123	29
9	189	472	88	40
10	183	289	54	63

Стенднинг 9 ва 10 зоналарида ҳавонинг тозаланиш даражасини кескин ортиши кузатилди ва 40,03 ва 63,32 % ни ташкил қилди. Бу ҳолатни тож разряди игналарини ўзаро экранлашиш ходисасининг сусайиши билан изохлаш мумкин. 3.4-расмдаги стенддан чиқаётган ҳавонинг чанглилиги  $54 \text{ mg/m}^3$  ни ташкил қилди, бу эса пахта тозалаш заводидан атроф-мухитга чиқарилаётган ҳавонинг руҳсат этилган чегараси, яъни -  $150 \text{ mg/m}^3$  дан сезиларли (бир неча) марта кам.

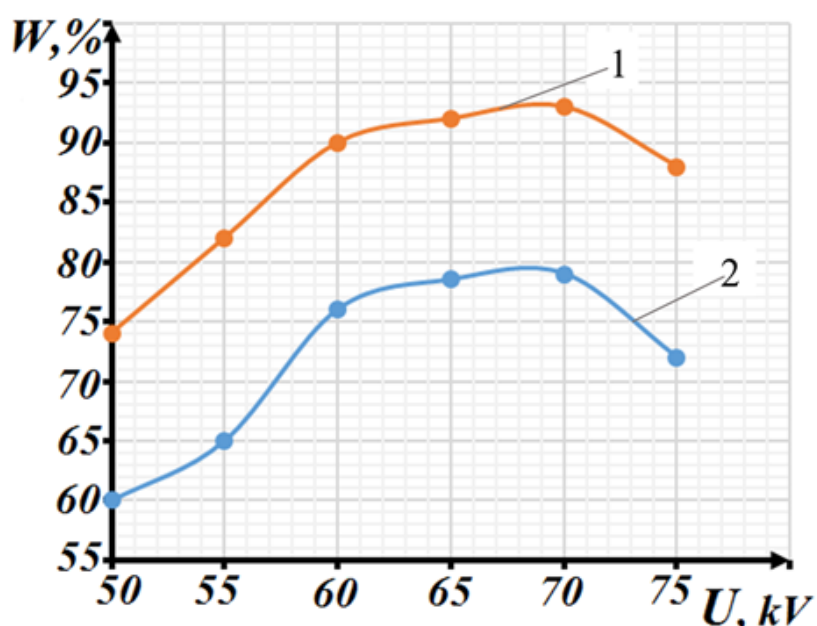
Ўтказилган экспериментал тадқиқотлар қўшимча изланишларда аниқлик киритиш керак бўлган, қуйидаги камчиликларни очиб берди:



стенднинг электродлар орасини тешилиш кучланиши катталиги битта тож разряд игнали диск шакли электродлар орасининг тешилиш кучланишидан сезиларли кам бўлади;

стенднинг электродлар орасини тешилиши ерга уланган электроддан ўтади.

Охирги хулоса стенднинг электродлар орасидаги бўшлиқни учкун чиқиш разряди шакли ва таркиби бўйича мусбат импльусли кучланиш берилганида игна қиррасидан учкун разрядига ўхшаш бўлишига асосланади.

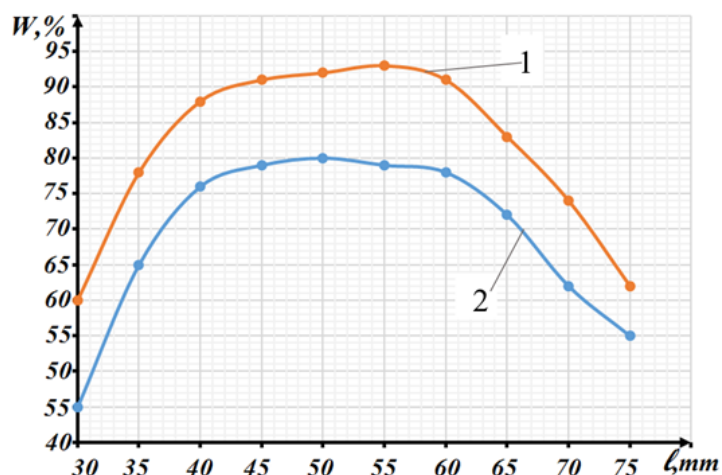


1—тож разряд ҳосил қилувчи игна электродларининг узунлиги,  $h = 30$  mm;

2—тож разряд ҳосил қилувчи игна электродларининг узунлиги,  $h = 20$  mm.

**3.9-расм. Ҳавони тозалаш даражасининг электродлар узунлигининг турли қийматларида ишчи кучланишга боғлиқлик графиги ( $c=100$  mm,  $l=50$  mm,  $V=10$  m/s)**

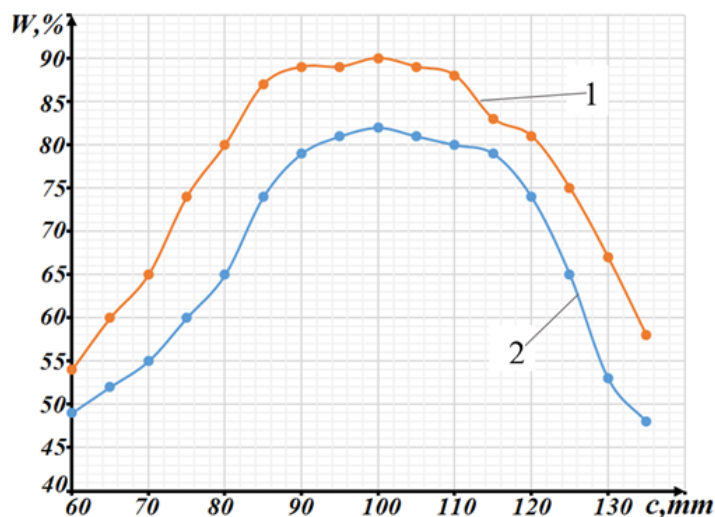
Тажрибалар натижасида олинган 3.9-график таҳлилидан шундай хулоса қилиш мумкин, электр филтр электродларига берилаётган кучланиш қиймати 60 kV дан 70 kV гача ораликда ҳавони тозалаш даражаси ошиб, 70 kV дан кейин эса ҳавони тозалаш даражаси камайиб боради. Бу электродлар орасида тешилиши юзага келиш билан изоҳланади.



1.  $U=65$  kV, ишчи кучланиш;
2.  $U=60$  kV, ишчи кучланиш.

**3.10-расм. Ҳавони тозалаш даражасининг қатордаги игналар орасидаги масофага боғлиқлик графиги ( $h=25$  mm,  $c=100$  mm,  $V=10$  m/s)**

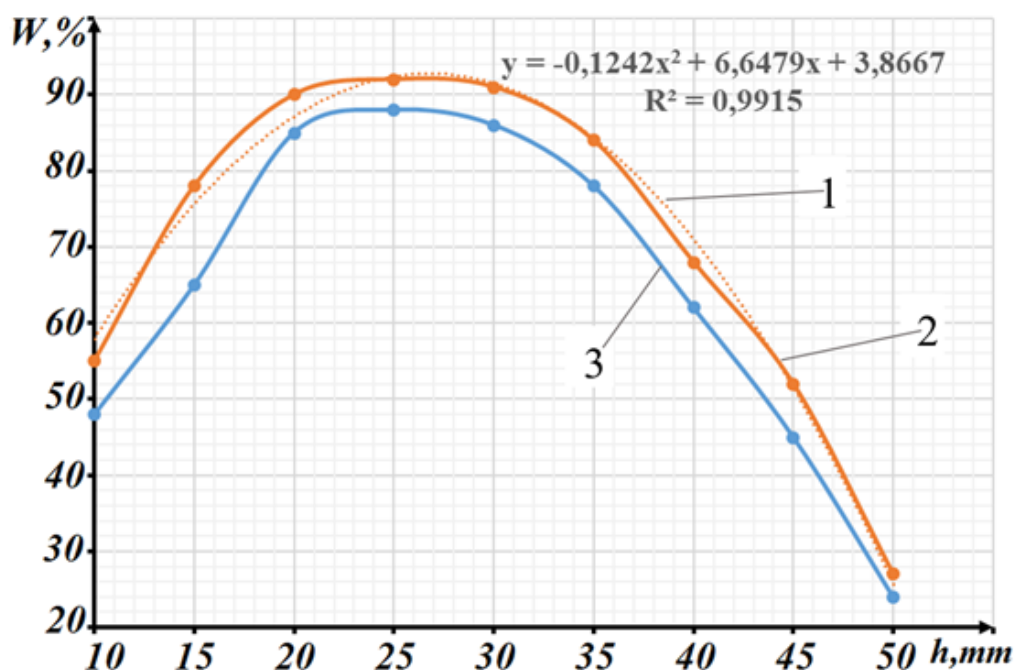
Юқоридаги графикдан қуйидагича хулосага келишимиз мумкин, тож разряди бўлган қатордаги игналар орасидаги масофани 40-60 mm ни ташкил этганда ҳавони тозалаш даражаси 90-93 % га тенг бўлади. Тож разряд игналари бўлган қатордаги игналар орасидаги масофа 60 mm дан ошганда эса чанг заррачаларини зарядланмасдан ўтиб кетиши кузатилди.



1.  $U=70$  kV, ишчи кучланиш;
2.  $U=65$  kV, ишчи кучланиш.

**3.11-расм. Ҳавони тозалаш даражасининг қаторлар орасидаги масофага боғлиқлик графиги ( $h=25$  mm,  $l=50$  mm,  $V=10$  m/s)**

Юқоридаги графикдан шуни кўриш мумкинки, тож разряд игналар қатори орасидаги масофа 80-120 mm оралиғида бўлганда, ҳавони тозалаш даражаси ошиб боради. Тож разряд игналар қатори орасидаги масофа 120 mm дан ошиб бориши билан тож разряд игналар орасидаги электр майдон кучланганлиги қиймати камайиб, чанг заррачалари зарядланмасдан, тозалаш даражаси камайиб боради.



1. U=55 kV, (назарий) ишчи кучланиш;
2. U=55 kV, ишчи кучланиш;
3. U=50 kV, ишчи кучланиш

**3.12-рasm. Ҳавони тозалаш даражасининг электродлар узунлигига боғлиқлик графиги (l=50 mm, c=100 mm, V=10 m/s)**

Тажрибалар асосида олинган юқоридаги графикдан кўриниб турибдики, тож разряд ҳосил қилувчи электродлар узунлиги 20-30 mm га тенг бўлганда ҳавони тозалаш даражасининг юқори қиймати таъминланади. Тож разряд ҳосил қилувчи электродлар узунлигининг ошиб бориши билан электродлар ва ерланган текислик орасидаги масофа қисқаради ҳамда ҳавони тозалаш даражасининг қийматини камайиб бориши кузатилади.

### 3.5-§ Электр филътрада чанг бостириш жараёнини математик моделлаштириш

Пахта тозалаш корхонасидан чиқаётган чангни майда заррачалардан электр филътрада тозалаш жараёнини баҳоловчи асосий кўрсаткичлар сифатида ҳавони тозалаш даражаси ва электр филътрнинг параметрлари қабул қилинди. Уларнинг ҳолатида турли ҳил конструктив ва технологик омиллар таъсир кўрсатади. Омилларни баравар таъсирини ўрганиш учун уларнинг ҳавони тозалаш даражаси ва электр филътрнинг параметрлари билан функционал боғланишини аниқлаш керак.

Тажрибалар сонини камайтириш ва аниқлигини ошириш, жараённинг математик тавсифлари тенгламаларини олиш ҳамда тадқиқотнинг оптимал соҳасида режим параметрларини ўрнатиш учун биз тажрибаларни режалаштириш математик назариясидан фойдаландик [86; 87; 88; 89; 90].

Экспериментларни режалаштириш матрицасини куриш учун омилларни ҳақиқий катталикларидан кодланган (ўлчовсиз) қийматига ўтиш қуйидаги ифода ёрдамида бажарилди:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\varepsilon} \quad (3.9)$$

бунда  $x_i$  –  $i$  омилнинг кодланган қиймати;  $X_i$  –  $i$  омилнинг контрол қиймати;  $X_{i0}$  –  $i$  омилнинг ноль даражадаги контрол қиймати;  $\varepsilon$  – ушбу омилнинг ўзгариш оралиғи.

Ҳар бир омил учун аввал нол даражаси ва ўзгартириш оралиғини белгилаб кодлаймиз.

Биз қуйидаги кўринишдаги математик модел турини танлаймиз:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{n=1}^n b_{ij} x_i^2 \quad (3.10)$$

$V_n$  туридаги иккинчи даражали экспериментни режалаштириш усулидан фойдаланамиз.

Дастлабки экспериментал тадқиқотлар натижасига асосан ҳавони тозалаш даражаси ( $W$ ) га таъсир қилувчи асосий параметрлар қуйидагилар олинди:

$X_1$  – ишчи кучланиш, kV;

$X_2$  – қатордаги игналар орасидаги масофа, mm;

$X_3$  – игналар қатори орасидаги масофа, mm;

$X_4$  – электродлар узунлиги, mm.

Тажрибалар давомида  $B_4$  режас асосида спектрининг ҳар бир нуқтасида учта тажриба ўтказилди. Тажрибаларнинг тартиби сонлар жадвалига мувофиқ амалга оширилди.

Белгиланган омиллар, уларни ўзгариш оралиқлари ва чегаралари 3.4-жадвалда келтирилган.

### 3.4-жадвал

#### Омилларни ўзгариш оралиқлари ва чегаралари

Омилларни белгиланиши		Омил	Ўзгариш оралиғи	Ўзгариш чегаралари		
Кодланган	Натурал			-1	0	+1
$X_1$	U	Кучланиш, V	5	60	65	70
$X_2$	$l$	Қатордаги игналар орасидаги масофа, mm	10	40	50	60
$X_3$	c	Игналар қатори орасидаги масофа, mm	20	80	100	120
$X_4$	h	электродлар узунлиги, mm	5	20	25	30

Ушбу режа учун асосий функцияларнинг матрицаси 3.5-жадвалда келтирилган. 3.5-жадвалдаги  $m$  та параллел тажрибалар ўртача қиймати ва дисперсиялар қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланди:

$$\bar{y}_g = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{gi} \quad (3.11)$$

$$S_g^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_{gi} - \bar{y}_g)^2 . \quad (3.12)$$

Эксперимент ифодаланиши Кохрен критерияси бўйича текширилди  $q = 0,05$  учун

$$G = 0,03889 < G_{1-q}(v_1 = 2, v_2 = 24) = 0,2354,$$

Ушбу қиймат тажрибанинг ифодаланиш гипотезаси кузатув натижаларига зид келмайди.

Дисперсияни ифодаланиши (воспроизводимость) даражасини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобладик:

$$S^2\{y\} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N S_g^2 = \frac{1}{N_1 + 2n + N_0} \sum_{g=1}^N S_g^2 = \frac{187}{24} = 7,79167. \quad (3.13)$$

Ўртача дисперсияни қуйидагича ҳисобладик:

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{S^2\{y\}}{m} = \frac{7,79167}{3} = 2,59722. \quad (3.14)$$

Регресси коэффицентларини аниқлаш учун қуйидаги суммани ҳисобладик (3.6-жадвал):

$$z_j = \sum_{g=1}^N f_{gj} \bar{y}_g, \quad j = 0 \dots 14, \quad (3.15)$$

бунда  $j = 0$  учун  $f_{g0} = 1$ ;  $j = 1 \dots 4$  учун  $f_{gj} = (x_i)_g$ ;  $j = 5 \dots 10$  учун  $f_{gj} = (x_i x_j)_g$  ( $ij = 1 \dots 4$ ,  $i = j$ );  $j = 11 \dots 14$  учун  $f_{gj} = (x_i^2)_g$  ( $i = 1 \dots 4$ ).

Ҳисобларни 3.6-жадвалда келтирамиз.

**В4 туридаги Бокс-Бенкен план матрицаси ва эксперимент натижалари**

**3.5-жадвал**

g	Базис функцияларнинг F матрицаси															$y_{g1}$	$y_{g2}$	$y_{g3}$	$\bar{y}_g$	$S_g^2$	$\hat{y}_g$
	$f_0(\underline{x})$	$f_1(\underline{x})$	$f_2(\underline{x})$	$f_3(\underline{x})$	$f_4(\underline{x})$	$f_5(\underline{x})$	$f_6(\underline{x})$	$f_7(\underline{x})$	$f_8(\underline{x})$	$f_9(\underline{x})$	$f_{10}(\underline{x})$	$f_{11}(\underline{x})$	$f_{12}(\underline{x})$	$f_{13}(\underline{x})$	$f_{14}(\underline{x})$						
	1	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_1x_4$	$x_2x_3$	$x_2x_4$	$x_3x_4$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$	$x_4^2$						
1	1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	72	71	73,0	72	1	71,84
2	1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	88	89	84	87	7	86,3
3	1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	78	70	74,00	74	16	73,54
4	1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	83	88,00	90,00	87	13	87,24
5	1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	64	68,00	69,00	67	7	67,18
6	1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	85	83,00	81,00	83	4	83,4
7	1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	69	73,00	65,00	69	16	69,12
8	1	+1	+1	+1	-1	+1	1	-1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	89	85,00	81,00	85	16	84,58
9	1	-1	-1	-1	+1	+1	1	-1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	69	71,00	73,00	71	4	71,02
10	1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	81	90,00	87	86	21	86,24
11	1	-1	+1	-1	+1	-1	1	-1	-1	1	-1	+1	+1	+1	+1	76	73,00	70,00	73	9	72,96
12	1	+1	+1	-1	+1	1	-1	1	-1	1	-1	+1	+1	+1	+1	86	87,00	91,00	88	7	87,42
13	1	-1	-1	+1	+1	1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	63	69,00	66,00	66	9	66,12
14	1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	80	84,00	85,00	83	7	83,1
15	1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	69	65,00	70,00	68	7	68,3
16	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	81	87,00	84,00	84	9	84,52
17	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	63	64,00	68,00	65	7	64,83
18	1	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	78	81,00	81,00	80	3	80,17
19	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	97	92,00	93,00	94	7	93,72
20	1	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	97	96,00	92,00	95	7	95,28
21	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	98	99,00	97,00	98	1	99,39
22	1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	97	98,00	96,00	97	1	95,61
23	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	93	91,00	95,00	93	4	93,72
24	1	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	96	94,00	92,00	94	4	93,28

Ҳисобланган сумма  $Z_j (j=0..14)$  қийматлари ёрдамида регрессия коэффициентларини қуйидаги формулалар орқали ҳисобладик:

$$b_0 = \frac{a}{N} \sum_{i=1}^N \bar{y}_g - \frac{b}{N} \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g ; \quad (3.16)$$

$$b_i = \frac{1}{\lambda_2 \cdot N} \cdot \sum_{g=1}^N (x_i)_g \bar{y}_g ; \quad (3.17)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\lambda_3 \cdot N} \cdot \sum_{g=1}^N (x_i x_j)_g \bar{y}_g ; \quad (3.18)$$

$$b_{ij} = \frac{c}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g - \frac{d}{N} \cdot \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g - \frac{b}{N} \cdot \sum_{g=1}^N \bar{y}_g , \quad (3.19)$$

бунда  $a, b, c, d$   $(\lambda_2 \cdot N)^{-1}, (\lambda_3 \cdot N)^{-1}$  – константалар, модел коэффициентларини ҳисоблаш учун ёрдамчи конструкциялар.

$n=4$  да ва коэффициентлар сони  $b_{ij}$  тўртга тенг бўлганда константалар қиймати қуйидагича бўлди:

$$a = 5,5; \quad b = 1,5; \quad c = 12; \quad d = 2,5; \quad (\lambda_2 \cdot N)^{-1} = 0,05556 ; \quad (\lambda_3 \cdot N)^{-1} = 0,0625.$$

### 3.6-жадвал

$t_j$ -критерий ва  $b_j$  коэффициентларни ҳисоблаш натижалари

Базис функция	j	$z_j$	$b_j$	$S^2(b_j)$	$S(b_j)$	$t_j$
1	0	1959,00	93,44	0,59520	0,77149	121,11
$x_1$	1	138,00	7,67	0,11132	0,33364	22,98
$x_2$	2	14,00	0,78	0,11132	0,33364	2,33
$x_3$	3	-34,00	-1,89	0,11132	0,33364	-5,66
$x_4$	4	-4,00	-0,22	0,11132	0,33364	-0,67
$x_1 x_2$	5	-3,00	-0,19	0,12522	0,35387	-0,53
$x_1 x_3$	6	7,00	0,44	0,12522	0,35387	1,24
$x_1 x_4$	7	3,00	0,19	0,12522	0,35387	0,53
$x_2 x_3$	8	1,00	0,06	0,12522	0,35387	0,18
$x_2 x_4$	9	1,00	0,06	0,12522	0,35387	0,18



### 3.6-жадвалнинг давоми

$x_3x_4$	10	-1,00	-0,06	0,12522	0,35387	-0,18
$x_1^2$	11	1388,00	-2,94	0,79308	0,89055	-23,51
$x_2^2$	12	1432,00	1,06	0,79308	0,89055	1,19
$x_3^2$	13	1438,00	4,06	0,79308	0,89055	4,56
$x_4^2$	14	1430,00	0,06	0,79308	0,89055	0,07

Коэффициентлар дисперсиялари қуйидаги ифодалар орқали ҳисобланди:

$$S^2(b_0) = \frac{a}{N} S^2\{\bar{y}\}; \quad (3.20)$$

$$S^2\{b_i\} = (\lambda_2 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\}; \quad (3.21)$$

$$S^2\{b_{ij}\} = (\lambda_3 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\}; \quad (3.22)$$

$$S^2\{b_{ii}\} = \frac{C - OC}{N} S^2\{\bar{y}\}. \quad (3.23)$$

$t_j$  - критерий қийматлари қуйидаги ифода орқали ҳисобланди:

$$t_i = \frac{|b_j|}{S\{b_j\}}, \quad (3.24)$$

бунда  $S\{b_j\} = \sqrt{S^2\{b_j\}}$  – танлама ўртача квадратик оғиш.

Регрессия коэффициентларини баҳолашнинг аҳамиятлигини текшириш нолинчи гипотезани Стюдент t-критерийсининг алтернатив қиймати билан таққослашни қуйидаги тенгсизлик орқали амалга оширдик:

$$t_j > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v = N(m-1)), \quad (3.25)$$

бунда  $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v)$  -  $V = N(m-1)$  – эркинлик даражаси сони учун Стюдентнинг

$(1-\frac{\alpha}{2})\%$  квантил тақсимоти, нолинчи гипотеза  $H_0 \cdot \beta = 0$  рад этилди ва  $b_i$

нинг тегишли баҳоси статистик аҳамиятга эга деб ҳисобланади.

Ушбу ҳолатда  $q=0,05$  учун Стюдент тақсимоти квантили  $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(48) = 2,011$  га тенг бўлади.

Барча коэффициентлар учун (3.25) тенглик бажарилаяпти, демак ушбу коэффициентлар ахамиятга эга.

Шундай қилиб математик моделни қуйидаги кўринишда оламиз:

$$\hat{y}(x, b) = 93,44 + 7,67x_1 + 0,78x_2 - 1,89x_3 - 0,22x_4 - 0,19x_1x_2 + 0,44x_1x_3 + 0,19x_1x_4 + 0,06x_2x_3 + 0,06x_2x_4 - 0,06x_3x_4 - 2,94x_1^2 + 1,06x_2^2 + 4,06x_3^2 + 0,06x_4^2$$

Эксперимент натижаларига ишлов беришнинг навбатдаги босқичи математик модел ва жавоб функциясининг адекватлиги ҳақидаги гипотезани текшириб кўришдир. Регрессион таҳлил усулидан сўнг ушбу танлама дисперсия ва адекватлик дисперсиясини таққослаш орқали амалга оширилди.

Белгиланган иккала дисперсиянинг бир хиллиги ҳақидаги гипотезанинг адекватлиги тўғрисидаги гипотезани текшириш Фишер критерияси ёрдамида амалга оширилди:

$$F = \frac{S_{OTK}^2}{S^2\{\bar{y}\}} \quad (3.26)$$

Танланган дисперсия  $S_{OTK}^2$  қуйидаги формула ёрдамида топилди:

$$S_{OTK}^2 = \frac{\sum_{g=1}^N (\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2}{N - d} \quad (3.27)$$

Жадвалдаги қийматга асосан [4] ҳисоблаймиз:

$$S_{OTK}^2 = \frac{45,6807}{17} = 2,6871$$

$S_{OTK}^2 > S^2\{\bar{y}\}$  ни ҳисобга олиб, қуйидагини топамиз:

$$F = \frac{S_{OTK}^2}{S^2\{\bar{y}\}} = \frac{2,6871}{2,59722} = 1,0346$$

$$V_1 = N - d = 24 - 7 = 17; \quad V_2 = N(n-1) = 24(3-1) = 48$$

$q=0,05$  да Фишер критериясининг жадвал қиймати қуйидагига тенг бўлади [90]:

$$F = 1,0346 < F_{1-q}(17,48) = 1,8425$$

Демак, математик модел ва жавоб функциясининг мослиги ҳақидаги гипотеза кузатув натижаларига зид келмайди.

Аҳамиятга эга эмас коэффициентларни чиқариб ташлаб ва олинган маълумотларни ҳисоблаш натижаларига кўра математик модел кодланган кўринишда қуйидагича бўлди:

$$\begin{aligned} \hat{y}(x, b) = & 93,44 + 7,67x_1 + 0,78x_2 - 1,89x_3 - 0,22x_4 - 0,19x_1x_2 + 0,44x_1x_3 + \\ & + 0,19x_1x_4 + 0,06x_2x_3 + 0,06x_2x_4 - 0,06x_3x_4 - 2,94x_1^2 + 1,06x_2^2 + 4,06x_3^2 + 0,06x_4^2 \end{aligned} \quad (3.28)$$

Ўзгарувчиларни кодланган кўринишдан натураль қийматларига ўтиш қуйидаги ифода орқали бажарилди:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\varepsilon} \quad (3.29)$$

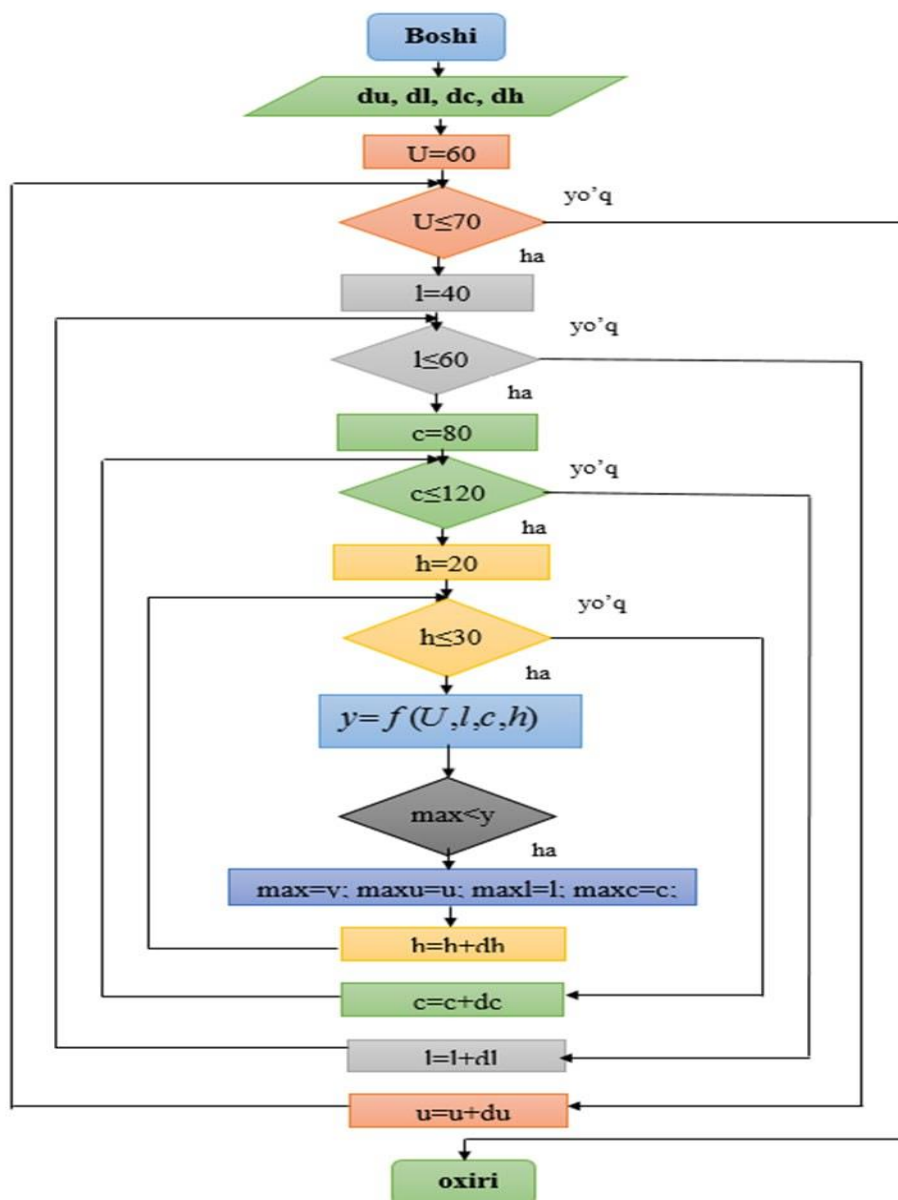
(3.23) ифодага асосан ҳавони тозалаш жараёни тенгламасидаги ўзгарувчилар қиймати қуйидагича бўлди:

$$x_1 = \frac{U - 65}{5}; \quad x_2 = \frac{l - 50}{10}; \quad x_3 = \frac{c - 100}{20}; \quad x_4 = \frac{h - 25}{5};$$

Кодланган қийматларни натурал қийматларга ўтказиб ва тегишли ўзгаришлардан кейин электр филтлда ҳавони тозалаш даражасининг математик модели қуйидаги кўринишга келди:

$$\begin{aligned} y = & 90,23 + 4,075U - 0,928l - 2,2345c - 0,392h + 0,0019Ul + 0,0022Uc + 0,0038Uh + \\ & + 0,0003lc + 0,0012lh - 0,0006ch - 0,0314U^2 + 0,0106l^2 + 0,01015c^2 + 0,0024h^2 \end{aligned} \quad (3.30)$$

Электр филтър орқали ҳавони чанг заррачаларидан тозалаш жараёнини мақбул параметрларини аниқлаш ва ҳисоблаш алгоритмининг блок-схемаси қуйидаги 3.13-расмда тасвирланган ҳамда ЭХМ дастурий гувонома олинган.



**3.13-расм. Электр филтър орқали ҳавони чанг заррачаларидан тозалаш  
жараёнини оптимал параметрларини аниқлаш ва ҳисоблаш  
алгоритмининг блок-схемаси**

Тадқиқотлар натижасида электр филтър орқали ҳавони чанг заррачалардан тозалаш жараёнининг қуйидаги оптимал параметрлари аниқланди: Ишчи кучланиш 68 kV, қатордаги игналар орасидаги масофа 50 mm, игналар қатори орасидаги масофа 100 mm, игна электродлар узунлиги 25 mm. Ушбу параметрларда электр филтърда ҳавони чанглардан тозалаш даражаси 96,13 % ни ташкил этади.

## Учинчи боб бўйича хулосалар

1. Электр филтрларнинг потенциал ва ерланган электродлар орасидаги масофа 0.15 m бўлганда энг мақбул параметрлари аниқланган.

2. Экспериментал аниқландики, электр филтрларда игналар қатори орасидаги масофа қатордаги игналар орасидаги масофадан икки баробар катта бўлиши керак ва игналар қатори газлар оқими йўналишига кўндаланг бўлиши зарур.

3. Битта тож разрядли игнадан бостирилган чанг изининг фотосурати идеал шаклли доирадан иборат бўлади. Потенциал ва ерга уланган электродларлар орасидаги масофа бир хил қолса, игна узунлигининг ортишида доира диаметри ортади. Игналарнинг таъсирида бостирилган чанг изларидан кўрамизки, ёнма-ён турган игналарнинг электр майдони таъсирида кучли ўзаро экранлашув жараёни кузатилади.

4. Экспериментал изланишлар натижасида потенциал ва ерга уланган электродлар тизимининг ҳавони максимал тозалаш самарадорлигини таъминловчи параметрлари аниқланган: электродлар орасидаги масофа 0,15 m бўлганда – игналар узунлиги 25 mm, қатордаги игналар орасидаги масофа 50 mm, игналар қаторлари орасидаги масофа 100 mm, чанг бостириш зонасининг узунлиги 1 m.

5. Ҳавони тозалаш даражасига таъсир этувчи электр филтрнинг қуйидаги асосий параметрлари аниқланди: ишчи кучланиш, қатордаги игналар орасидаги масофа, игналар қатори орасидаги масофа, электродлар узунлиги. Ҳавони тозалаш даражасини тавсифловчи математик модел олинди. Математик модел асосида ҳавони тозалаш жараёнининг қуйидаги оптимал параметрлари аниқланди: Ишчи кучланиш 68 kV, қатордаги игналар орасидаги масофа 50 mm, игналар қатори орасидаги масофа 100 mm, игна электродлари узунлиги 25 mm. Ушбу параметрларда электр филтрда ҳавони тозалаш даражаси 96,13 % ни ташкил этади.

## **IV- БОБ. ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАН АЖРАЛИБ ЧИҚАЁТГАН ЧАНГЛИ ҲАВОНИ ТОЗАЛАШДА ЭЛЕКТР ФИЛЬТРДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ**

Бу бобда ўтказилган тадқиқотлар натижаларига асосланиб пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалаш учун ишлаб чиқилган электр филтранинг тажриба нусхасининг конструкциялари, параметрлари, техник тавсифи, техника хавфсизлиги ва иқтисодий самарадорлиги келтирилган.

### **4.1-§ Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалашда электр филтрани ишлаш шароитларини ўрганиш натижалари**

Республикамизда 100 дан ортиқ пахта тозалаш корхоналарида турли тип ўлчамли циклонлардан фойдаланилади. Масалан ЛИОТ типли циклонларнинг 10 хил типдаги ўлчамлари бор, уларнинг ташқи диаметри 552 дан 1886 *mm* гача , иш унумдорлиги 1500 дан 17500 *m<sup>3</sup>/soat* гача. Чиқиш қувурининг (патрубкеси) диаметри 322...1106 *mm* га тенг. Пахта тозалаш корхоналарининг технологик ҳавосини майда чанглардан тозалаш учун электр филтранинг саноат ишлаб чиқариш синовлари бўйича асосий маълумотлар “АВС Оққўрғон Агро Класстер” МЧЖга қарашли “Оққўрғон пахта саноат” МЧЖ пахта тозалаш корхонасида тўпланган. Пахта тозалаш корхонасининг қуриштириш ва тозалаш цехига пахта етказиб бериш учун пневматтранспорт тизимининг чиқиш жойига ўрнатилган қўшалок циклонларнинг умумий кўриниши (4.1-расм)да тасвирланган.

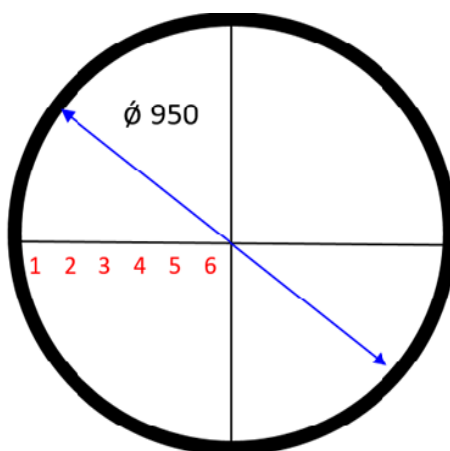
Электр филтрани ўрнатиш учун қуриштириш ва тозалаш цехига пахта етказиб бериш учун пневматтранспорт тизимининг чиқиш жойига ўрнатилган 10 *m<sup>3</sup>/s* қувватга ега қўшалок циклонлардан бири танланди. Циклонларнинг ишлаш принципи чанг зарраларини ҳаво оқимидан ажратишнинг марказдан

қочма куч таъсирига асосланганлиги сабабли, циклондаги чангланган ҳаво циклоннинг юқори қисмига тангенсиал равишда етказиб берилади ва пастки қисмга йўналтирилади. Ундан кейин у марказий чиқиш йўли орқали атмосферага чиқарилади.



**4.1- расм. Пахтани қуритиш ва тозалаш цехига етказиб бериш учун пневматранспорт тизимининг чиқиш жойига ўрнатилган қўш циклонларнинг умумий кўриниши.**

Циклоннинг марказий чиқиш жойининг диаметри ўртача 1000 *mm*, бўлиб, унинг олти хил нуқтасида ҳаво оқими тезлигини ўлчаш (4.2 - расм) ишлари, ҳар 10 минутда олиб борилди ва натижалар қуйидаги (4.1- жадвал) курилишида ёзиб борилди.



**4.2-расм. Циклоннинг чиқишидаги ҳаво оқими тезлигини ўлчаш нуқталарининг диаграммаси**

#### 4.1-жадвал

### Ҳаво оқимининг тезлигини ўлчайдиган нуқталарни рақамлари ва ҳаво оқимларнинг тезликлари, *m/s*

1(нуқта)	29,3	29,0	28,4	29,0	28,2	29,3	29,8	29,0	29,5
2(нуқта)	18,8	18,9	17,2	17,6	16,3	19,0	18,8	19,3	19,2
3(нуқта)	18,7	17,2	18,4	19,1	19,3	19,9	19,0	18,9	19,2
4(нуқта)	4,5	3,7	4,3	3,5	4,3	3,8	5,3	4,5	3,8
5(нуқта)	4,7	5,8	4,6	3,7	4,3	3,5	5,2	4,8	3,7
6(нуқта)	1,0	0,6	1,2	1,3	2,2	1,9	1,3	1,0	0,9

Ўлчов натижаларидан кўришиб турибдики, циклоннинг чиқиш нуқталари 1- нуқта ва 6 - нуқталаридан узоқлашган сари ҳаво оқим тезликлари секин-секин камайиб борди ва энг паст ҳаво тезликлари марказий нуқта, яъни 6-нуқтада кузатилди. Бундан кўришиб турибдики, циклоннинг чиқишида ҳаво тезлиги четки нуқталарда юқори, марказий нуқталарда паст. Бу электр фильтрнинг чанг тозалаш самарадорлигини пасайтириб юборади, чунки электр фильтрнинг чанг бостирувчи актив зонасига ҳавони тезлиги мўтадил яъни бир хил келиши керак. Шунинг учун электр фильтрга кираётган чангли ҳавонинг тезлигини бир текис тақсимланишини таъминлаш керак, бунинг учун таклиф қилинаётган электр фильтрнинг тажриба нусхасининг параметрлари(4.2 - жадвал)га қуйидаги ўзгартиришлар киритилди (4.3 - жадвал).

Ушбу параметрларга кўра, электр фильтрнинг тажриба саноат намунаси ишлаб чиқилган. Лойиҳа «ЎЗПАХТАСАНОАТИЛМ» МЧЖ лойиҳалаш бўлими томонидан амалга оширилган. Лойиҳа устидаги муаллифлик назорати техника фанлари доктори, профессор Ш.М.Музафаров ва техника фанлари фалсафа доктори Б.К.Тагаевлар томонидан амалга оширилди. Лойиҳалашда



электр фильтр циклоннинг бевосита яқинида алоҳида ишлайдиган элемент сифатида ўрнатилди. Ҳаво оқими тезлигини бир хил тақсимлаш муаммосини бошқа йўллар билан ҳал қилиш мумкин эмас эди.

#### 4.2-жадвал

#### Электр фильтрнинг тажриба нусхасининг параметрлари

Параметрларнинг номи	Бирликлари	Параметр
Тозаланадиган ҳаво бўйича унумдорлиги	$m^3/soat$	15000
	$m^3/s$	4,17
Электрофильтрнинг кўндаланг кесми	$m^2$	0,785
Ташқи барабаннинг диаметри	$m$	1
Кучланиш (амалдаги)	$kV$	42
Импульс частотаси	$s^{-1}$	250
Ҳаво оқимининг тезлиги	$m/s$	5,3
Чангланиш зонаси	$m$	1
Айланувчи барабаннинг тезлиги	$min^{-1}$	4
Тожловчи ва чанг бостирувчи электродлар орасидаги масофа	$m$	0,1
Тож разряд игналарининг узунлиги	$mm$	20
Бир қатордаги игналар орасидаги масофа	$mm$	40
Игна қаторлари орасидаги масофа	$mm$	80
Ерга уланган электродларнинг диаметри	$m$	1
		0,6
		0,2
Потенциал электродларнинг диаметри	$m$	0,8
		0,4

**Электр фильтрнинг таклиф қилинаётган тажриба нусхасининг  
параметрлари**

Параметрларнинг номи	Бирликлари	Параметр
Тозаланадиган ҳаво бўйича унумдорлиги	$m^3/soat$	36000
	$m^3/s$	10
Потенциал ва ерланган электродлар орасидаги масофа	$m$	0,15
Электрофильтрнинг кўндаланг кесми	$m^2$	1,4
Ташқи барабаннинг диаметри	$m$	1,4
Кучланиш (амалдаги)	$kV$	68
Импульс частотаси	$s^{-1}$	250
Ҳаво оқимининг тезлиги	$m/s$	7,4
Чангланиш зонаси	$m$	1
Айланувчи барабаннинг тезлиги	$min^{-1}$	8
Тож разряд игналарининг узунлиги	$mm$	25
Бир қатордаги игналар орасидаги масофа	$mm$	50
Игна қаторлари орасидаги масофа	$mm$	100
Ерга уланган электродларнинг диаметри	$m$	1,4
		0,8
		0,2
Потенциал электродларнинг диаметри	$m$	1,1
		0,5



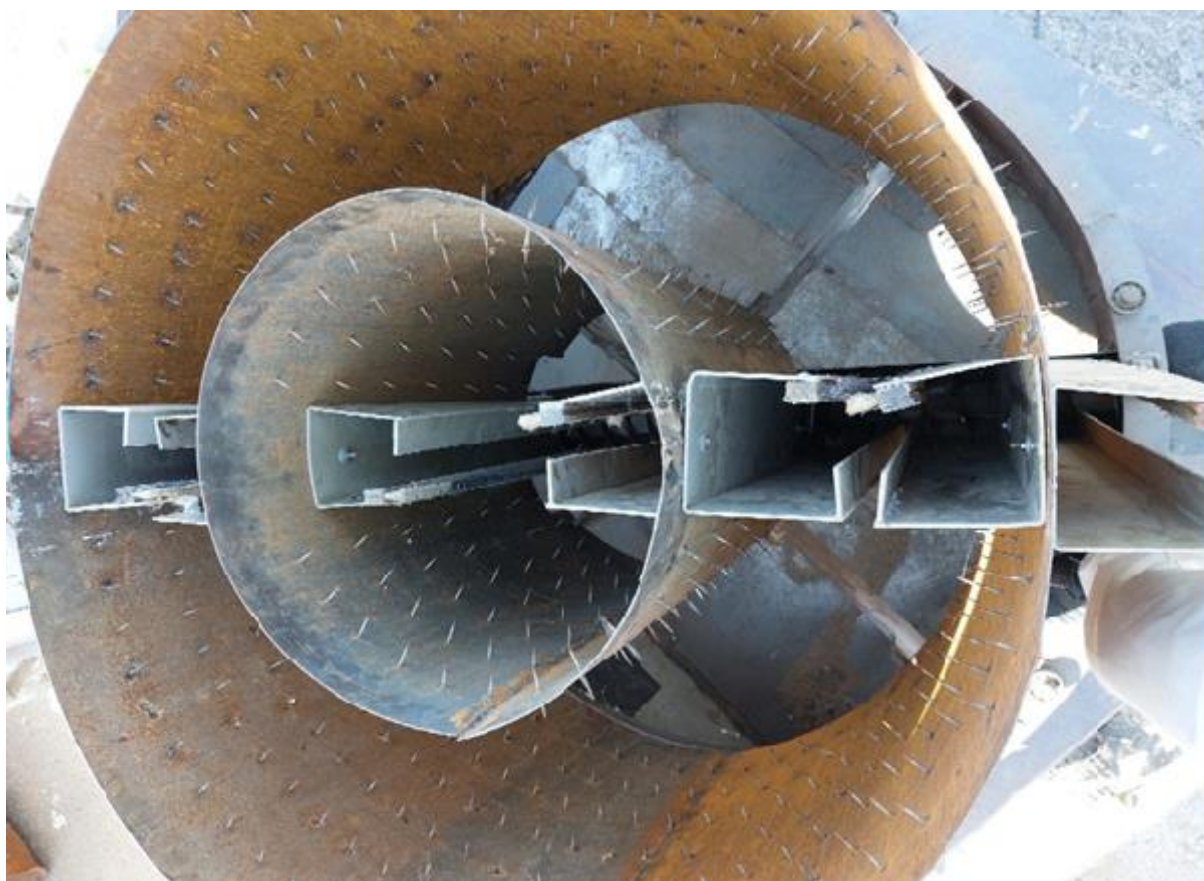


**4.6-расм. Игна барабанлари, чанг бостириш барабанлари, хаво ўтказгичлари ва электр филтърнинг асоси ўрнатилган хавони тақсимлаш бункери**

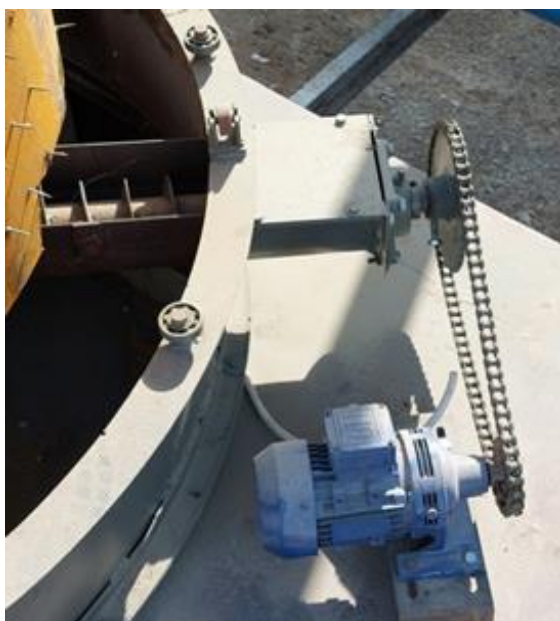
Электр филтърларнинг энг асосий параметрларидан бири бу тож разряд ҳосил қилувчи потенциал электрод ҳисобланади. Мавжуд электр филтърлар

бир нечта тож разряд ҳосил қилувчи потенциал электродлардан ташкил топган бўлади.

Бизнинг такомиллаштирган электр филтрімиз 2 та цилиндрсимон тож разряд ҳосил қилувчи потенциал электроддан ташкил топган (4.7-расм). Катта цилиндрсимон тож разряд ҳосил қилувчи потенциал электроднинг диаметри 1100 mm ва унга узунлиги 50 mm бўлган синкланган симдан тож разряд ҳосил қилувчи игналарни ўртасидан, яъни 25 мм қилиб пайвандлаш йўли орқали жами 392 та игналар ўрнатилган. Кичкина цилиндрсимон потенциал электродининг диаметри 500 mm ва унга 168та тож разряд ҳосил қилувчи игналар ўрнатилган.



**4.7-расм. Потенциал электродлар**



**4.8-расм. Чангни йиғувчи шнек**



**4.9-расм. Чанг бостирувчи барабанны айлантурувчи мотор-редуктор**



**4.10-расм. Бошқарув пулти ва тож разряд ҳосил қилувчи барабанлари билан электр фильтрнинг асоси ўрнатилган ҳавони тақсимлаш бункери**

Электр филтрнинг 3 та айланувчи, ерга уланган чанг бостирувчи барабанлари мавжуд булиб, уларнинг диаметрлари мос рафишда 1400, 800 ва 200 mm қилиб лойиҳаланди ва тайёрланди. Чанг бостирувчи барабанни айланма ҳаракатга келтириш учун АИР63А6 маркали, қуввати 0,18 kW, номинал чиқиш моменти 80 Н x m ва номинал чиқиш тезлиги 18 ayl/min, бўлган мотор-редуктордан фойдаланди. Барабанни айланишига ёрдам бўлсин деб қўшимча ролик ва подшипниклардан фойдаланилди ва чанг бостириш барабанни минутига 8 марта айланма ҳаракатга келтирилди. Бу айланишлар бизнинг тадқиқот режаларимизга мос келди. Ерга уланган 3та чанг бостирувчи барабаннинг кўриниши (4.11-расм) да тасвирланган.

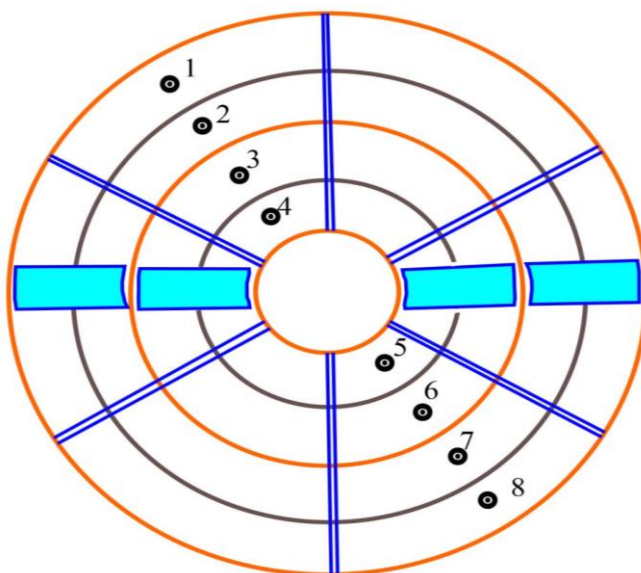


**4.11-расм. Учта чанг бостирувчи барабан**

#### **4.3-§ Пахта тозалаш заводининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалаш учун электр филтрнинг ишлаб чиқариш синовлари**

Пахта тозалаш заводиларнинг циклонларининг чиқишида ҳавони аэрозол заррачалардан тозалаш учун электр филтрларнинг ишлаб чиқариш синовлари ўтказилди.

Электр филтлда ҳавони чиқиш каналининг мураккаб профили ва циклондан чиқишдаги ҳаво оқими тезлигининг нотекислиги туфайли циклон чиқишида ўлчовлар 8 та турли нуқталарда бажарилди (4.12-расм). Ҳаво оқимининг тезлиги чашкали анемометр ёрдамида ўлчанди.



1...8 –ҳаво тезлиги ва ифлослигини ўлчаш учун нуқталар.

**4.12-расм. Электр филтрнинг чиқишида ҳавонинг тезлиги ва ифлослигини ўлчаш учун нуқталарнинг жойлашиши**

Ҳавонинг ифлосланишини ўлчаш учун қуйидагилар ишлатилди:

- аналитик аэрозоль филтрлар (ААФ);
- турли диаметрли ҳаво олиш қувурлари билан ААФ филтрларини маҳкамлаш воситаси;

-ААФ филтрлари орқали ҳавони ўтказиш учун аспиратор;

-ўлчаш оралиғи  $(5...33)10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  бўлган РС-3 типли ҳаво сарф миқдорини ўлчаш асбоби.

Ҳавонинг чанглиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланди:

$$C = (P - P_1)/V, \quad (4.1)$$

бунда  $P$  –ААФ филтрнинг бошланғич массаси,  $\text{mg}$ ;  $P_1$ - ААФ филтрнинг охириги массаси,  $\text{mg}$ ;  $V$  – ААФ филтр орқали ўтган ҳаво ҳажми,  $\text{m}^3$ .



Аспираторнинг унумдорлиги  $m^3/s$  да, қуйидаги формула бўйича аниқланди:

$$W_a = 4\pi d^2 \omega, \quad (4.2)$$

бунда  $d$  – ҳаво олиш қувурининг диаметри, m;  $\omega$  – ўлчаш нуқталарида ҳаво оқимининг тезлиги, m/s.

Ҳар бир нуқтада ўлчашлар уч марта такрорланиб, натижаларининг ўртача қиймати олинди. Электр филтрга разряд оралиғининг электр мустаҳкамлиги кучланишининг 80% га тенг потенциали берилди.

Электр филтрнинг синовлари унумдорлиги  $10 m^3/s$  бўлган ЦС-6 типли циклонга ўрнатиб ўтказилди. Бу циклон УХК типли иккита тозалагичларнинг аспирацион ҳавосини тозалайди.

#### 4.4-жадвал

#### Циклонларнинг чиқишида ҳавони аэрозол заррачалардан тозалаш учун электр филтрни ишлаб чиқариш синовларининг натижалари

Ўлчаш нуқталарининг тартиб рақами	Ҳаво оқимининг тезлиги, m/s	Ҳавонинг бошланғич чанглилиги, $mg/m^3$	Электр филтр чиқишидаги ҳавонинг чангланганлиги, $mg/m^3$	Ҳавони чангдан тозаланиш даражаси, %
1	6,7	523	59	83,74
2	6,3	532	28	94,74
3	5,8	510	21	95,88
4	7,2	580	43	92,59
5	5,2	600	17	97,17
6	6,8	590	34	92,79
7	5,3	527	16	96,96
8	7,3	535	42	92,14
Ўртача кўрсаткичлар	6,325	549	23,38	93,25

Синов натижаларидан кўринадик (4.4-жадвал), ҳаво оқимини бир текис тақсимловчи мослама электр филтр кесими юзасида ҳаво оқимини деярли бир

текис тақсимлаб бера олади. Саккизинчи ўлчаш нуқтасида ҳаво оқимининг тезлиги 9,03 m/s, бешинчи нуқтада эса – 8,22 m/s тезлик қайд қилинди.

Ўлчаш нуқтасида, чанг тўплаш камераси барабанларининг бостирилган чангни тозалаб олиш мосламасига кириш жойида, ҳавонинг тозаланганлиги 98,61 % ни тақил қилди. Бундан хулоса шуки, чангни тозалаб олиш мосламаси ва чанг тўплагични такомиллаштириш керак бўлади. Барча назорат нуқталарида ҳавони тозаланиш даражаси руҳсат этилган тозаланиш даражаси чегарасидан кам бўлиши зарур.

#### **4.4-§ Пахта тозалаш корхоналарида электр филтрлар тизимидан фойдаланишда техника хавфсизлиги**

Ўзбекистон Республикасида 31830-2012 рақами билан давлат стандарти электр филтрларга қўйиладиган техника хавфсизлик талаблари ва синов усуллари бағишланган. “Машинасозликда стандартлаштириш ва сертификатлаш УмумРоссия илмий-тадқиқот институти” (Россия) тамонидан тайёрланган ушбу давлат стандарти, давлатлараро стандарт ҳисобланиб, 8 та давлатда, хусусан Ўзбекистон Республикасида ҳам амалда қўлланилиб келмоқда.

Ўзбекистон Республикасида электр филтр қурилмаларига тегишли бўлган умумий техника хавфсизлик талабларини 12.2.003 давлат стандарти бўйича бажариш талаб этилади ва давлат стандартига асосан [84] умумий электр филтрларни бошқариш тизимининг электр занжирларидаги юқори кучланишни руҳсат этилган даражаси 500 kV дан ошмаслиги талаб этилиб, чиқиш ва таъминланаётган занжирнинг изоляциясини электр қаршилиги 40 *MOm* дан кам бўлмаган қаршилиқни талаб этади.

Маълумки, пахта тозалаш корхоналарида технологик жараёнлардан чиқаётган чангланган ҳавони тозалаш учун электр филтрларга бериладиган кучланишни қиймати 68 kV дан юқори бўлмайди, бу кучланиш давлат стандарти учун қўйилган максимал кучланишдан 9 марта камлиги келиб чиқади.

Юқори кучланиш ўзгарткичларнинг чиқишидаги токнинг ўртача қийматини даражаси чекланганлигини ва кучланишини максимал қийматини чекланганлигини ростлаш, бошқариш тизими томонидан амалга ошириш керак. Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалашда фойдаланиладиган электр филтрларнинг конструкциялари, бошқариш тизимлари ва электр таъминот агрегати ток ўтказувчи электр занжирларини қисмларига эҳтимолий ишчиларни тегиб кетишидан сақлашни таъминлаш ҳамда электр таъминот тармоғи қисқа туташув ва ўта юкланиш токидан ҳимоялаш зарур. Давлат стандарти бўйича ҳимоялаш даражаси IP64 ни ташкил этиши ва бошқариш тизими эса блокировка, сигнализация ва технологик ажратишдан иборат бўлиши зарур.

Электр филтр, бошқариш тизими ва электр таъминот агрегати ерга уланган бўлиши талаб этилади ва ерга уланган ўтказгичларни туташув жойи давлат стандарти 2.721 бўйича ерга улаш белгисига эга бўлиши керак. Ушбу талаблар асосида пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқаётган чангли ҳавони тозалаш учун электр филтрларни метал конструкциялари ерга уланиб ва электр таъминот тармоғи ҳам керакли ҳимоялаш жихозлари билан таъминланади.

Шунингдек, электр филтрнинг бошқариш тизим блокларини олд панелларида [84] қуйидаги маълумотлар жойлаштирилади:

- электр филтрнинг ток ва кучланиш қийматлари;
- электр таъминот агрегатини ишлаш режимлари.

Бошқариш тизими блокларига осиб қўйилган табличкаларга қуйидаги маълумотлар маркалаш орқали келтирилиши керак:

- электр таъминот тармоғини номинал кучланиши;
- тармоқни номинал частотаси.

Давлат стандарти 28904 бўйича электр таъминотни бошқариш тизимлари учун ўчириш вақти (бошқариш сигналинини узатувчи блокировка вақти), салт юриш кучланишини чекланиши, учқунли (ёйли) электр тешилиш, номиналга нисбатан ишчи ток қийматини чекланганлиги ўрнатилади.

Бошқариш тизимининг конструкцияси қуйидагиларни таъминлаши зарур:

- электр филтрларда учқунли ва қисқа туташув сигнализацияси;
- электр филтрнинг кучланиш ва ток даражасини кўрсатиши;
- бажарувчи органда сигнални мавжудлигини кўрсатувчи сигнал бўлиши;
- сигнализацияси ишлашини ва ўчириш турини (технологик, авариявий ёки хизмат қилаётган ишчи томондан).

Автоном ва технологик комплекс таркибида фойдаланилаётган ҳар бир электр филтр монтаж (демонтаж), талаб (қоида) ва эксплуатацияга киритилган вақтида хавфли ҳолатлар юз берганда олдини олишларни ўз ичига олган ҳолда эксплуатацион хужжатларни ташкил этиши зарур.

Пахта тозалаш корхоналарида чангларни тозаловчи инерцион марказдан қочма циклонлар ёнига ўрнатиладиган электр филтрларни чиқиш томонидан ёмғир ёки қорни тушиши ёки электр филтрларни конструкциясига ҳамда унинг нормал ҳолатда ишлашига хавф келтирувчи бирор буюмларни тушишидан ҳоли бўлишини таъминлаш мақсадида ҳар бир циклон ва унинг ёнига ўрнатиладиган электр филтрлар тизимини ёпик айвон билан қоплаш талаб этилади.

Электр филтрни эксплуатация шароитида назарда тутилган ёнғин ва портлаш хавфсизлик чораларига эга бўлиши лозим ва электр филтрларнинг конструкцияси шундай тайёрланган бўлиши лозимки, статик электр зарядларни йиғилиши ишчиларга хавф келтириш даражасига ёки ёнғин ва портлаш имконига эга бўлмаслиги лозим.

Шовқин ва титрашни ҳисобга олганда электр филтрни шундай тайёрлаш лозимки, эксплуатация шароитлари ва режимларида назарда тутилган шовқин ва титраш давлат стандарти 12.1.003 талаби бўйича ўрнатилган руҳсат этилган даражадан ошмаслиги керак.

Электр филтрни шундай тайёрлаш лозимки, эксплуатация жараёнида ишчи зонадаги ва атроф-муҳитга чиқарилаётган зарарли моддаларни

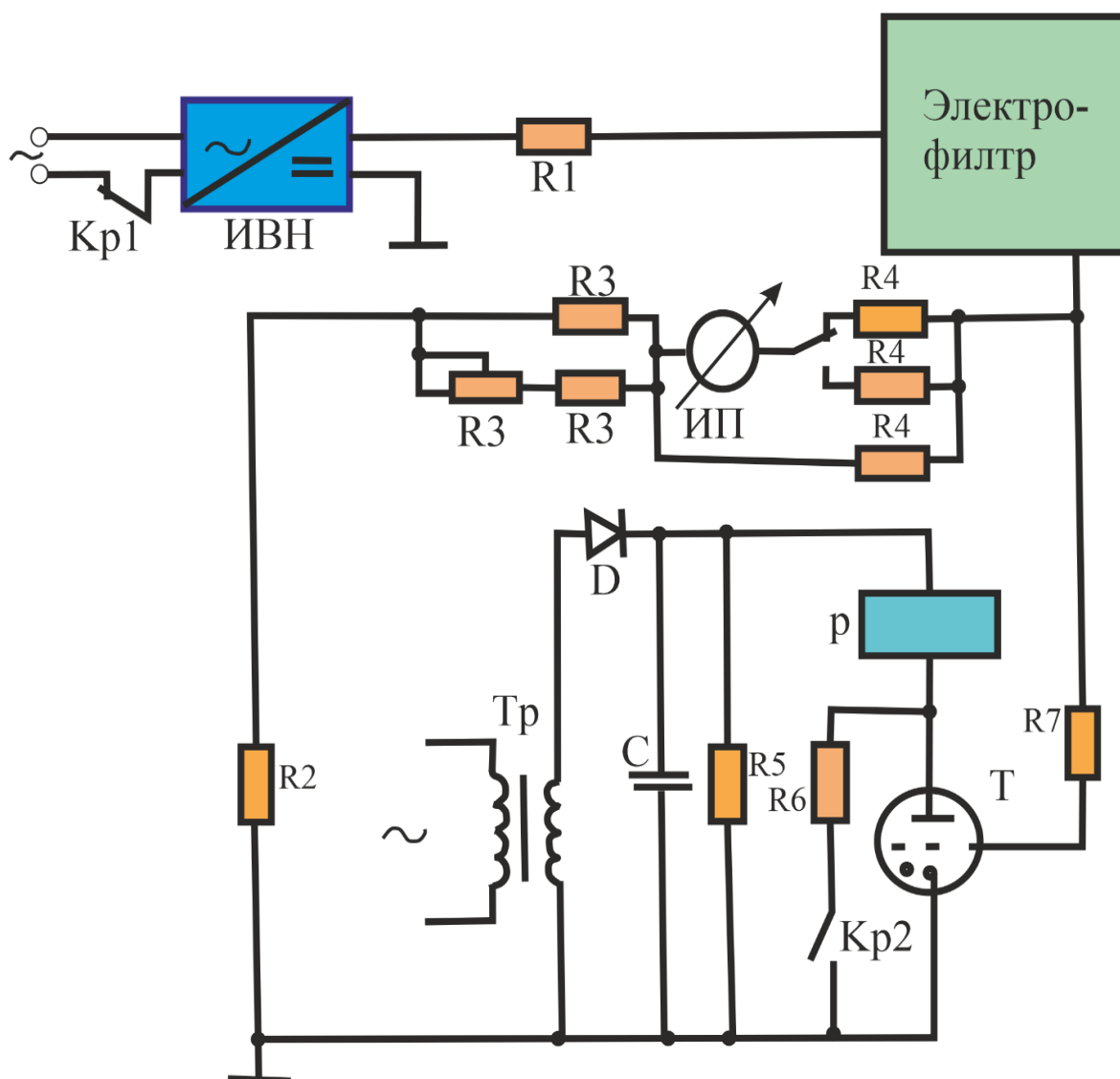
концентрациялари давлат стандартларини тегишли меъёрлари бўйича ўрнатилган руҳсат этилган қийматдан ошмаслиги талаб этилади.

[84] га кўра бошқаришни марказий пульти шундай жойлашган ва ускуналанган бўладики, бунда оператор электр фильтр қурилмаларини хавфли зонада одамларни бўлмаслигини назорат қила олиш имкониятига эга бўлади ёки бошқариш тизими шундай тайёрланган бўлиши керакки, хавфли зонада одамларни бўлиши электр фильтрни ишлашига таъсир кўрсатмаслиги, электр фильтрни ишлашдан тўхтатиш ёки хавфли зонага тушиб қолган ишчини ҳар бир ишга тушириш тугмаси олдини олувчи сигнал ёрдамида тарк этишга олиб келувчи қурилмалар билан жиҳозланган бўлади.

Хавф ҳақида огоҳлантирадиган сигнал қурилмалари пахта тозалаш корхонаси ишлаб чиқариш шароитида ҳаммага фарқли ва яхши эшитиладиган даражада тайёрланади ва жойлаштирилади. Хавф келтираётган ишлаб чиқариш қурилмаларини қисмлари сигнал рангида берилади ва амалдаги стандартларга мувофиқ хавфсизликни тегишли белгиси билан белгиланади.

Ҳавони аэрозол заррачалардан тозалаш қурилмаларини автоматик равишда ишга тушириш учун [52] да таклиф қилинган схема (4.13-расм) ишлатилган ва қурилманинг схемаси совуқ катодли тиратрондан йиғилган.

Разряд оралиғида учқун парчаланиши пайтида Р4, ИП микроамперметр, Р3, Р2 занжиридаги кучланиш тиратроннинг қулфини очиш учун етарли бўлган қийматга кўтарилади. Р ток таъсирида анод занжирига киритилган, тиратрон орқали оқади, кўтарилади ва унинг контактлари билан Кр1 юқори кучланиш манбасини тармоқдан узади. Бир вақтнинг ўзида вентилятор ва кучланиш электрон генератордан узилади, шу билан бирга, чанг бостирувчи барабан ишга туширилади. Тўлиқ тозалаш циклидан сўнг, вентилятор автоматик равишда уланади, электрон генератордаги кучланиш ва электр фильтри кейинги ишлаш учун ёқилади.



**4.13-расм. Совуқ катодли тиратрондаги ток даражасига кўра учқун ўчириш мосламасининг принцинал схемаси**

Пахта тозалаш корконасида электр филтрларнинг бирор бир технологик разряд ораликда электр тешилиш юз берганда, даврий импульс кучланишли электрон генераторининг чиқиш кучланишини кескин камайишига олиб келади.

Бу эса ижобий томондан ушбу генераторнинг чиқиш кучланишини кескин пасайиш характеристикасига эгаллиги билан баҳоланади ва электр филтрнинг тозалаш даражасини тушириб юборилишини инobatга олмасак бошқа ижобий томондан хавфсизлик нуқтаи назаридан электр филтр конструкциясининг бирор қисмини бузилишини олди олинади.

#### **4.5-§ Пахта тозалаш заводининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққаётган чангли ҳавони тозалашда электр филтрдан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги**

Пахта тозалаш корхоналаридан атмосферага чиқарилаётган чангланган ҳавони тозалашда стример шаклдаги тожли разряд асосида ишлайдиган электр филтрлар тизимидан фойдаланган ҳолати учун иқтисодий самарадорликни аниқлаш талаб этилади.

Пахта заводларнинг технологик жараёнларида ажралиб чиққаётган чанг микдорларини корхонада фойдаланиб келинаётган мавжуд чангни ушлаб қолиш қурилмалари циклонлар ва чанг бостириш камералари 79 % гача чангланган ҳавони тозалаш имконига эга.

Электр филтрлар ҳамма чанг чиқарувчи қурилма манбаларига ўрнатилганида 95% гача чангланган ҳавони чангдан тозалаш имкониятига эришилади. Шунинг учун, тажрибадан ўтказилаётган электр филтрлар тизими орқали чангланган ҳаво оқимидан чанг микдорини кескин камайтириш билан пахта тозалаш корхоналарида хизмат қилаётган ишчи ҳодимларнинг сиҳат-саломатлигини яхшилаш учун касбий касалликларининг олдини олиш, атроф-муҳитга чиқарилаётган чанг микдорларни камайтириш, корхона ҳудудида руҳсат этилган чанг микдори концентрациясини камайтириш ҳамда корхонага қўлланилаётган жарима қийматларни пасайтириш йўли билан олинадиган иқтисодий самарадорлик ҳисоби олиб борилди [85; 53-65-б.].

Шунингдек, пахта тозалаш заводининг технологик жараёнларида ва цехларда пахта хомашёсига бирламчи ишлов бериш жараёнида майда пахта толаларини учиб чиқиб кетишини олдини олишда ҳам электр филтрлар тизими билан йиғиб олиш имконияти яратилади. Шунинг билан бирга, иқтисодий самарадорликни ҳисоблашда пахта тозалаш заводида пахтага дастлабки ишлов бериш жараёнида пахта толасидан йўқотилаётган зарарни ҳам ҳисобга олдик.

Пахта тозалаш заводида электр филтрлар тизимини қўллашнинг иқтисодий самарадорлик ҳисобини ифлосланган ҳавонинг зарарлари бўйича олиб борамиз. Зарарга учта аспект киради: ижтимоий, маънавий ва иқтисодий.

Барча ҳолатларда уни пул кўринишида ифода этиш қабул қилинган.

Ҳисобларни иқтисодий зарар бўйича олиб борамиз.

**Иқтисодий зарар ( $Y$ )** атроф-муҳитга келтирувчи зарар бўлиб, амалий ва эҳтимолий исрофлар ёки ифлосланишга олиб келувчи негатив ўзгаришлар пул шаклида ифодаланади. Иқтисодий зарар кўриниши уч турга бўлинади: фактик, эҳтимолий ва олдини олиш.

**Фактик зарар ( $Y_{\phi}$ )** – пахта тозалаш заводлари системасини қуриш, эксплуатация қилиш ва ремонтга кетадиган фактик зарардир.

**Эҳтимолий зарар ( $Y_{\varepsilon}$ )** - пахта тозалаш заводларида электр филтрлар системасини бўлмаслиги ҳолатларидаги зарарлар бўлиши мумкин.

**Олдини олувчи зарар ( $Y_{oo}$ )** – пахта тозалаш заводлари электрофилтрлар системасини ишлаши натижасида келадиган зарарни камайтиришдир. Олдини олувчи зарар эса эҳтимолий ва олдини олувчи зарарлар орасидаги фарқни кўрсатади:

$$Y_{oo} = Y_{\varepsilon} - Y_{\phi} \quad (4.3)$$

Эҳтимолий иқтисодий зарар пахта толасини атроф-муҳитга чиқариб юборилишга боғлиқ бўлган зарар ( $Y_{пт}$ ), соғлиқни сақлашга кетадиган зарар ( $Y_{cc}$ ) ва қишлоқ хўжалигига етказилмайдиган зарар ( $Y_{кх}$ ) ҳамда саноатга келтириладиган зарар ( $Y_c$ ) билан аниқланади:

$$Y_{\varepsilon} = Y_{пт} + Y_{cc} + Y_{кх} + Y_c \quad (4.4)$$

$Y_{cc}$ ,  $Y_{кх}$ , ва  $Y_c$  зарарлари статик маълумотларидаги катта қийматидан фойдаланувчи эмпирик боғлиқлик бўйича аниқланади. Шунинг учун ҳисоблар фақат пахта толасини йўқотишда юзага келадиган зарар билан ўтказилди.

Фактик иқтисодий зарар электр филтрлар системаси қурилмаларига кетадиган капитал харажатлар ва унинг эксплуатацияси ҳамда таъмири харажатларидан иборат:



$$Y_{\phi} = K_{\text{ЭФ}} + K_{\text{ТС}} + \text{Э}_{\text{ЭФ}} + \text{Э}_{\text{СП}} \quad (4.5)$$

бунда  $K_{\text{ЭФ}}$  – электр филтрга кетадиган капитал харажатлар;  $K_{\text{ТС}}$  – электр филтрлар системасининг электр таъминоти схемасига кетадиган капитал харажатлар;  $\text{Э}_{\text{ЭФ}}$  – электр филтрлар системасини эксплуатация қилишга кетадиган харажатлар;  $\text{Э}_{\text{СП}}$  – электр филтрларни эксплуатация қилишга кетадиган харажатлар.

#### 4.5 – жадвал

#### Электрофилтрлар системаси учун капитал харажатларни ҳисоби натижалари

Курилмаларни номи	Сони, Дона	Нарх бирлиги, ш.б.	Умумий нарҳи, ш.б.
Самарадорлиги 36000 м <sup>3</sup> /soat бўлган учта бостириш барабанли электр филтрлар	8	456	3648
Монтаж нарҳи	8	50,2	729,6
Умумий капитал харажатлар			4377,6

Электр филтрларга техник хизмат кўрсатиш ва таъмири учун харажатлар тўғрисида маълумотлар бўлмаганлиги сабабли, бу харажатларни, яъни электр филтрлар системасини эксплуатация қилишга кетадиган харажатларни электр филтрлар системаси электр таъминоти схемасига кетадиган капитал харажатларнинг умумий марказлаштирилган схемаларни қўлланганда эксплуатацияси бўйича харажатлар нисбатларига тенг қилиб қабул қиламиз:

$$\text{Э}_{\text{ЭФ}} = \frac{K_{\text{ЭФ}}}{(K_{\text{ТС}}/\text{Э}_{\text{СП}})} = \frac{4377,6}{(3968,9/2410)} = 2658,1 \text{ у.е} \quad (4.6)$$

Электр филтрлар системасининг электр таъминоти схемалари курилмаси ва эксплуатация қилишга кетадиган харажатлар шу монографияда келтирилган. Бунда электр филтрлар системасининг электр таъминот схемалари курилмалари учун капитал маблағларни ҳисоблаш натижалари

бўйича марказлаштирилган электр таъминот схемаси учун умумий харажат миқдори  $K_{TC}=3968,9$  ш.б. га тенг бўлган.

Электр фильтрлар системаси электр таъминот схемаларини эксплуатацияси учун харажатлар марказлаштирилган электр таъминот схемаси учун  $\mathcal{E}_{KCI}=2410$  ш.б. на ташкил этган.

Электр фильтрлар системаси қурилмалари ва эксплуатация қилишга кетадиган умумий харажатлар қуйидагига тенг бўлади:

$$U_{\phi} = 9513,6 + 3968,9 + 2658,1 + 2410 = 18550,6 \text{ у.е.}$$

Ўзбекистон Республикаси марказий банкининг янгиланган расмий курсни ҳисобга олиб, қабул қилинган шартли бирликни миллий валютага ўтказамиз. (05.13.2021) ҳолатига кўра 1 АҚШ доллари 10 542,66 со'м га тенг)

$$1 \text{ ш.б.} = 10\,542,66 \text{ сўм}$$

Электр фильтрлар системасини қўллашда талаб этиладиган харажатлар

$$U_{\phi} = 18550,6 \cdot 10\,542,66 = 195\,572\,668,596 \text{ сўм}$$

Пахта толасини йўқотишдаги зарарни пахта тозалаш заводи мисолида пахта хомашёсини йилига 29000 тонна қайта ишланишини ҳисобга олиб аниқлаймиз. Қайта ишлаш даврида пахта хомашёсининг ўртача чангланганлиги 15% бўлганда 5250 тонна йирик ва майда чиқиндилар ажратиб олинади. Йирик чанг ва чиқиндиларни чанг тутувчи инерцион марказдан қочма циклонлар тутиб қолади. Умумий бир мавсумда атмосферага чиқарилаётган чангли ҳаво таркибида 220 дан 260 тоннагача пахта чангини ташкил этса, барча майда заррачалар тахминан 45%, 105 тонна пахта толаси ва улюкдан иборат. 1 тонна линтни 250 ш.б. лигини ҳисобга олиб, ушлаб қолинган пахта толасини йўқотишдаги зарарни аниқлаймиз:

$$V_{IT} = 105 \times 250 = 26250 \text{ ш.б.}$$

105 тонна атмосферага чиқарилаётган толанинг эҳтимолий умумий зарари нарҳини аниқлаймиз:

$$U_{\mathcal{E}} = 26250 \cdot 10542,66 = 276\,744\,825 \text{ сўм}$$

Корхонада юқори чанг концентрацияси сабабли ишчи ходимларни турли касб касалликларига чалиниши ҳам корхонага бирмунча зарар келтириб

келади ҳамда атроф-муҳитга чиқарилаётган чанг миқдорлари ошиб кетганлиги туфайли ҳам корхонага қўлланилаётган жарима ҳам зарар сифатида ҳисобга киритамиз. Касб касалликлари бир неча йиллар мобайнида тўпланиб борадиган ишчи ходимларнинг чангли ҳавода фаолият олиб бориши натижасида турли касалликларга йўлиқишини статистик маълумотлари орқали ҳисоблаб чиқиш талаб этилади. Бундай маълумотлар туман касалхона архив маълумотларида сақланиши ва улардан фойдаланишда қийинчиликка дуч келганлигимиз сабабли ҳисобларни тахминий қийматларда олиб борамиз.

Агар пахта тозалаш заводида фаолият юритаётган 320 та ишчи ходим борлигини ҳисобга олсак уларни чанг орқали аллергия касалликлар, туберкулез ва юқори частотада шовқун туфайли кулок, мияга тегишли турли касалликларга йўлиқиши йил мобайнида 5% ни ташкил этади. 5% эса умумий ишчи ходимни 16 тасини ташкил этади. Корхона тахминан 150 ш.б миқдорда ҳар бир киши учун тўланса умумий 2400 ш.б. ни ташкил этади. Профилактик тадбирлар натижасида агар зарар 50 % га камайса 1100 ш.б. ни ташкил этади ва куйидагича ҳисобланади:

$$Y_{\text{КК}}=1100 \times 10542,66=11\ 596\ 926 \text{ сўм/йил}$$

Шунингдек корхона мавжуд тозалаш қурилмалари ёрдамида 1 мавсум давомида фойдаланиш билан атроф муҳитга келтираётган зарарни йиллик тахминий тўлови шартли бирликда 700 ш.б. дан иборат. Агар 95% гача электр филтрлар системаси орқали тозалашга эришиш билан зарарни 25% гача камайтириш мумкин, яъни

$$Y_{\text{АЗ}}=175 \times 10542,66 = 1\ 844\ 965 \text{ сўм/йил.}$$

Юқорида келтирилган ҳисобларни инобатга олиб, электр филтрлар системасини қўллашдан олинадиган иқтисодий самарадорлик куйидагини ташкил этади:

$$Y_{\text{ПР}}= Y_{\text{Э}}- Y_{\text{Ф}}- Y_{\text{КК}}- Y_{\text{АЗ}}= 276\ 744\ 825 - 195\ 572\ 668,596 - 11\ 596\ 926 - \\ - 1\ 844\ 965 = 67\ 730\ 269,404 \text{ сўм/йил.}$$

Ҳисоблардан кўришиб турибдики жорий этилаётган электр филтрлар системаси ёрдамида ҳаво таркибидаги чанг миқдорини кескин камайтириш

корхонада фаолият юритаётган ишчи ҳодимлар саломатлигини яхшилаш орқали касб касалликларининг олди олиниши, атмосферага чиқарилаётган чанг миқдорларни камайиши корхонага қўлланилаётган жарима қийматларни пасайтириш ҳамда пахта толаси учун етказилаётган зарар электр фильтрлар системаси қурилмаларига ва уни эксплуатация қилиш учун кетадиган харажат 2 йилда қопланиши маълум бўлди.

### **Тўртинчи боб бўйича хулосалар**

1. Циклонларнинг чиқишдаги ҳаво оқимининг тезлиги бир текис тақсимлашга имкон бермайди, шунинг учун электр фильтрнинг ишлаб чиқариш саноат намунаси чангни тақсимловчи бункерига ва ёрдамчи ҳаво узатиш қувурларга ўрнатилган.

2.  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  қувватга эга бўлган циклонларнинг чиқишидаги ҳавони тозалаш учун электродлар оралиғи  $0,15 \text{ m}$  бўлган такомиллаштирилган электр фильтр ишлаб чиқилган.

3. Электр фильтрнинг ишлаб чиқилган тажриба нусхаси синовлари унинг чиқишида ҳаво оқимининг ижобий тақсимланишини кўрсатди, бу  $5,22$  дан  $7,3 \text{ m/s}$  гача. Шу билан бирга, тозалаш даражаси  $88,72 \dots 97,17 \%$ , оралиғида ўзгариб туради ва ҳавонинг чанг миқдори  $16 \dots 59 \text{ mg/m}^3$  ни ташкил қилади, бу рухсат этилган чегарага тенг бўлганидан анча паст  $150 \text{ mg/m}^3$ .

4. Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққан чангли ҳавони юқори даражада тозалашда электр фильтрларнинг қўлланилишининг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш Тошкент вилояти Оққўрғон пахта тозалаш заводи мисолида бажарилди. Чангланган ҳавони юқори даражада тозалашда қўлланилган электр фильтрнинг атроф-мухитга чиқариб юборилаётган чангланган технологик ҳавонинг атмосферага чиқарилиши натижасида атроф-мухитга келтирган зарарининг камайиши миқдори  $67 \ 730 \ 269,404 \text{ сўм/йил}$  ни ташкил қилди.

## УМУМИЙ ХУЛОСА

1. Таҳлиллар натижаси шуни кўрсатадики, мазкур корхоналарнинг технологик жараёнларидан чиқаётган ҳавони тозаловчи мавжуд қурилмаларда чангнинг рухсат этилган меъёрларигача тозалашни имкони йўқ бўлиб, уларнинг технологик жараёнларидаги ҳавони тозаловчи электр филтёр қурилмалари тизимларини такомиллаштириш зарурати мавжуд.

2. Технологик жараёнларда ҳавони тозалаш даражаси қуйидаги параметрларда кузатилди: электродлар орасидаги масофа 0,15 m, игналар узунлиги 25 mm, қатордаги игналар орасидаги масофа 50 mm, игналар қатори орасидаги масофа 100 mm, чанг бостириш зонасининг узунлиги 1 m, ҳаво оқими тезлиги 10 m/s га тенг бўлганида ҳавони тозалаш жараёнининг солиштирма қувват сарфи миқдори  $29 \text{ W}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ .

3. Икки томонлама таъминланган занжир схемасида разряд жараёнларининг барқарорлиги таъминланадиган импульслар частотаси, кучланишни тўғирлаш ва кўпайтириш схемаси частотасига нисбатан каттароқ бўлади ҳамда икки томонлама таъминланган схемалар разряд оралиғидаги жараёнларни, импульс кучланишнинг доимий ташкил этувчисини ўзгартириб амалга ошириш мумкин бўлади. Импульслар орасидаги паузада кучланишнинг ўзгаришини ҳисоблаш бўйича алгоритм ишлаб чиқилган ва натижада электродлар орасидаги масофа 0,1m бўлганда барқарорлашган частота  $250 \text{ s}^{-1}$  ташкил қилган, 0,15 m учун –  $333,3 \text{ s}^{-1}$ , яъни электродлар орасидаги масофани оширгани билан барқарорлашган частотани ўсиши кўзатилмоқда.

4. Ҳавони тозалаш даражасига таъсир этувчи электр филтёрнинг қуйидаги асосий параметрлари аниқланди: ишчи кучланиш, қатордаги игналар орасидаги масофа, игналар қатори орасидаги масофа, электродлар узунлиги. Ҳавони тозалаш даражасини тавсифловчи математик модел олинди. Математик модел асосида ҳавони тозалаш жараёнининг қуйидаги мақбул параметрлари аниқланди: Ишчи кучланиши 68 kV, қатордаги игналар орасидаги масофа 50 mm, игналар қатори орасидаги масофа 100 mm, игна

электродлари узунлиги 25 mm. Ушбу параметрларда электр филтлда ҳавони тозалаш даражаси 96,13 % ни ташкил этади.

5. Пахта тозалаш корхоналари технологик жараёнларидан ажралиб чиқётган чангли ҳавони 10 m<sup>3</sup>/s қувватга эга бўлган циклонларнинг чиқишидаги ҳавони тозалаш учун электродлар оралиғи 0,15 m бўлган такомиллаштирилган электр филтлр ишлаб чиқилган.

6. Электр филтлрнинг чиқишида ҳаво оқимининг тезлиги ижобий тақсимланиши кузатилди, бу 5,22 дан 7,3 m/s гача. Шу билан бирга, тозалаш даражаси 88,72...97,17 %, оралиғида ўзгариб туради ва ҳавонинг чанг миқдори 16 ... 59 mg/m<sup>3</sup> ни ташкил қилади, бу рухсат этилган чегарага тенг бўлганидан анча паст 150 mg/m<sup>3</sup>.

7. Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнларидан ажралиб чиққан чангли ҳавони юқори даражада тозалашда электр филтлрларнинг қўлланилишининг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш Тошкент вилояти Оққўрғон пахта тозалаш заводи мисолида бажарилди. Чангланган ҳавони юқори даражада тозалашда қўлланилган электр филтлрнинг атроф мухитга чиқариб юборилаётган чангланган технологик ҳавонинг атмосферага чиқарилиши натижасида атроф мухитга келтирган зарарининг камайиши миқдори 67 730 269,404 сўм/йил ни ташкил қилди

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Фармони.

2. Тагаев Б.К. “Пахтага ишлов бериш жараёнидаги ҳавони майда чангдан тозалаш учун электр фильтрни такомиллаштириш” // Дисертация ... PhD, – Тошкент, - 2023. – 133 б.

3. Музафаров Ш.М. “Пахта хом ашёсига бирламчи ишлов бериш технологик жараёнларида электр фильтрлар тизимини ишлаб чиқиш” // Дисертация ... DSc. – Тошкент, 2019. – 198 б.

4. <mailto:info@yk-kondor.ru> Холдинговая группа «КОНДОР ЭКО – СФНИИОГАХ».

5. [sale@ventpromtorg.ru](mailto:sale@ventpromtorg.ru) ООО «Вент Пром Торг» Холдинг «Вентоборудование».

6. <http://www.seo-garant.com> coding Фильтры очистки воздуха. Производитель «SEO-GARANT».

7. [info@fingo.ru](mailto:info@fingo.ru) ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», 2002-2007.  
[Email:info@fingo.ru](mailto:info@fingo.ru)

8. [vorteks@vorteks.su](mailto:vorteks@vorteks.su) Вихревые фильтры очистки воздуха Вортэкс.

9. <https://books.google.co.uz>.

10. [www.qazoochistca.ru/main/3\\_2.htm](http://www.qazoochistca.ru/main/3_2.htm).

11. <http://www.krsu.edu.kg>.

12. <http://www.delta-grup.ru>.

13. <http://konder-eco.com;downiad,Elektrofiltru>

14. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов.– СПб.:Питер, 2007. – 350 с.

15. Гончаренко Г.В., Гнедин И.В., Зыков А.М., Колчин К.И. Применение импульсного микросекундного электропитания электрофильтров для

повышения эффективности их работы // Новое в российской электроэнергетике.– Москва, 2002. – № 2. – С. 22–28.

16. Петинов О.В., Щербаков Е.Ф. Испытание электрических аппаратов.– М.:Высшая школа, 1985.– 215 с.

17. Попов С.Н., Щербаков А.В. Силовая схема источника импульсного питания электрофильтра// Сб. научных трудов ФГУП ВЭИ им В.И.Ленина под ред. В.Д.Ковалева. Высоковольтная и преобразовательная техника. – Москва, 2001. –С.123–136.

18. Хенке В.Г. Новый горячий электрофильтр. – Combustion (USA). 1970, vol. 2.– № 4. –Р. 50–53.

19. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры.– М.: Энергоатомиздат,1984.–416 с.

20. Шустер К.Ш., Медведовский В.М. Исследование электрических характеристик системы «игольчатый коронирующий электрод – плоскость» // сб.:Сильные электрические поля в технологических процессах/ Электронно–ионная технология.– Вып. 3. Под ред. Акад. В.И.Попкова. – Москва: Энергия,1979.–С. 68–71.

21. Щербаков А.В. Перспективные источники знакопеременного и импульсного питания электрофильтра и реакторной камеры // ЭЛЕКТРО. – Москва, 2006. – № 5.–С. 16–20.

22. Щербаков А.В. Агрегаты питания электрофильтров и реакционных камер, на основе электронно-лучевых вентиляей // Сборник докладов второй международной конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2009», – Москва, 2009. – С. 125–129.

23. Щербаков А.В. Научно-технические основы создания систем питания высоковольтных устройств пыле-и газоочистки на основе электронно-лучевых вентиляей и газоразрядных приборов.: Авт.реф.дис.... докт. техн. наук.– Москва, 2010.– 24 с.

24. Электрические свойства полимеров. Под ред. д-ра физ. мат. наук Б.И.Сажина.– Л.: Химия, 1977.– 190 с.



25. Elhalm P., Lund C., and Cristensen K. Pulse Enerrisation SolvinrSinter Strand ESR Problems // ISESR V1, 1998. –PP. 396–402.

26. Walker A. Hot and Cold elektrostatic precipitators for collection of fly ashfromfossilfuelcombustion. –ASME Dioer Meeting, 1972, January12.–P. 17–26.

27. Бутенко В.А., В.Ф. Важов, Ю.И. Кузнецов, Г.Е. Куртенков, В.А. Лавринович, А.В. Мытников, М.Т. Пичугина, Е.В. Старцева. Техника высоких напряжений: учебное пособие – Томск: Изд–во ТПУ, 2010. – 119 с.

28. Важов В. Ф., Лавринович В. А., Лопаткин С. А. Техника высоких напряжений // Курс лекций для бакалавров направления 140200 "Электроэнергетика" — Томск: Изд–во ТПУ, 2006.–119 с.

29. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2.- 4-е изд. // К.С.Демирчян, Л.Р.Нейман, Н.В.Коровин, В.Л.Чечурин.– СПб.Питер, 2006.–576.с.

30. Фёдоров Б. Дышать через раз. Газета «Аргументы и факты» № 39, 2010. – С.6.

31. Shestipalova V. Tekstiili ja rõivatööstus ning selle mõju Keskkonnale.: Bakalaurusetöö.– Tallin, 2015.– 42 p.

32. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Москва: Металлургия, 1986. – 544 с.

33. Эркинов Б.Н. “Пахта тозалаш заводлари электрофилтрлар системаси электр таъминоти схемаси параметрларини асослаш ва ишлаб чиқиш” // Дисертация ... PhD, – Тошкент, 2019. – 128 б.

34. Предварительный патент № 5377. Способ очистки воздуха от пыли и устройство для его осуществления // Музафаров Ш.М., Абдулла Ахмед Саид Моршед., Батырова Л.А. // Расмий ахборот. – №4. 1998.

35. Музафаров Ш.М. Электрофизические процессы в технологических разрядных промежутках при питании импульсным напряжением// Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2013. – № 3–4. – С. 34–37.

36. Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. Исследование разрядных процессов в электрических полях стримерной формы коронного разряда // Международная агроинженерия. – Алматы. 2012. – Вып. 3. – С.56–60.

37. Музафаров Ш.М. Методика исследования процесса очистки потока воздуха от аэрозольных частиц в электрических полях//Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2012.– № 2–3. –С. 59–62.

38. Каримов Х.А. Исследование технологии переработки хлопка в сильных электрических полях: Автореф. Дисс. ...докт. техн. наук. – М.: МТИ. 1971. – 30 с.

39. Muzafarov Sh.M., Isakov A. Zh., Erkiyov B.N. Increase of and ecological efficiency of the electric gas purification and the exploitation of electrostatic precipitators.// 6th International Scientific Conference "Applied Scientific and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings". Conference papers, April 21, 2014, New York, USA. –С.121–123.

40. Музафаров Ш.М. Влияние параметров системы электрофильтров хлопкоочистительных заводов на их энергетическую и экологическую эффективность//Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2012. – № 4-5.– С. 68–72.

41. Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод научно-технического творчества. – Москва: ВНИИПИ, 1988. – 122 с.

42. Музафаров Ш.М. Результаты испытаний электрофильтра для очистки воздуха от аэрозольных частиц в производственных помещениях// Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2011. – № 3-4. – С. 109–111.

43. Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. Исследование силовых характеристик электрического поля стримерной формы коронного разряда // Международная агроинженерия. – Алматы. 2012. – Вып. 2. –С. 61–64.

44. Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. О необходимости использования стримерной формы коронного разряда в процессах электрогазоочистки// Международная агроинженерия. – Алматы. 2012. – Вып. 3. –С. 65–70.

45. Музафаров Ш.М. Результаты исследований процесса очистки потока воздуха от аэрозольных частиц в электрических полях//Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2011. – № 6. –С. 64–68.

46. Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. Исследование параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость»//Международная агроинженерия. – Алматы. 2013. – Вып. 1.– С. 34–40.

47. Музафаров Ш.М., Эркинов Б.Н. Параметры электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» для устройств газоочистки//Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2010.– № 2. –С. 41–46.

48. Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. Анализ схем генерирования униполярных импульсов высокого напряжения//Международная агроинженерия. – Алматы. 2012. –Вып. 4. –С. 56–63.

49. Музафаров Ш.М., Эркинов Б.Н. Схема питания системы электрофильтров хлопкоочистительных заводов// Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2011. – № 3–4. –С. 42–44.

50. Патент Республики Узбекистан № IAP 04426. Способ и устройство для очистки газов от твердых и жидких аэрозольных частиц // Музафаров Ш.М., Эркинов Б.Н., Балицкий В.Е. // Расмий ахборот– №10. –31.10.2011.

51. Muzafarov Sh.M., Isakov.A.D. Characteristics of electric field of streamer form of the corona discharge with reference to the problem of electrical gas cleaning // «European Sciences review» Scientific journal. – № 1–2, 2017 (January-February). –С.184–187.

52. "Ҳавони аэрозол заррачалардан тозалаш учун стример шаклдаги тож разряд электр филтрлари" ЭФСТР – (500-32000)» – Техник характеристикаси Ts 15673130–01:2015. й.

53. Алиев Г. М.-А. Агрегаты питания электрофильтров.–2-е изд., перераб.и доп. – М.: Энергоиздат, 1981.– 136 с.

54. Верещагин И.П., Заргарян И.В., Семенов А.В. Расчет поля униполярного коронного разряда для системы электродов «игла–плоскость»//Сильные электрические поля в технологических процессах: (Электронно-ионная технология). Сб. статей. Вып. 3/Под общ. ред. акад. В.И.Попкова.– М.:Энергия, 1979.–С.51–68.
55. Джабаров Г.Д., Балтабаев С.Д., и др. Первичная обработка хлопка. – М.:Легкая индустрия, 1978,– 430 с.
56. Дымовые электрофильтры // под общей редакцией В.И. Левитова. – Москва.: Энергия, 1980.– 448 с.
57. Калинин В.Г., Переводчиков В.И., Щербаков А.В. Перспективные системы электропитания пылеулавливающих электрофильтров тепловых электростанций// – Москва, 2000. – №8. – С.50–55.
58. Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Эркинов Б.Н., Пардаев А.И., Балицкий В.Е. Стабилизация разрядных процессов в электрических полях электрофильтров//Irrigatsiya va melioratsiya журнал. – Ташкент, 2020. – №3, Б. 73-78.
59. Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Физикаимпульсногопробоягазов. – М.: Наука. Гл.ред. физ.мат. лит., 1991. – 224 с.
60. Тагаев Б.К., Музафаров Ш.М., Балицкий В.Е. Силовые характеристики электрического поля стримерной формы коронного разряда // Андижон машинасозлик институти Машинасозлик илмий-техника журнали. – Андижон, 2022. Махсус сон. Б. 1103-1108.
61. Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Толипов Ж.Н., Усмонов Ш.Ю. Оптимизация параметров электродной системы электрофильтров // Фарғона политехника институти илмий – техника журнали – Фарғона, 2022. Махсус сон, №8, Б. 37-41.
62. Тагаев Б.К., Балицкий В.Е. Электронный генератора периодических импульсов напряжения для электрофильтров // Сборник трудов 8- Республиканской научно-практической конференции одарённых студентов,

магистрантов и молодых учёных на тему “Современные проблемы сельского и водного хозяйства” – Тошкент, 2009. – С. 465-468

63. Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Балицкий В.Е., Толипов Ж.Н. Стабилизация разрядных процессов в электрических полях стримерной формы коронного разряда // *Informatika va energetika muammolari O‘zbekiston jurnali* – Ташкент, 2022. №3. – Б. 62-66.

64. Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Балицкий В.Е. Экономическая эффективность использования электрофильтров для очистки отработанного в технологических процессах воздуха // *Агроиктисодиёт, Махсус сон.* – Тошкент, 2019. – Б. 195-197.

65. Тагаев Б.К., Эркинов Б.Н., Балицкий В.Е. Электрофильтры для очистки технологических газов и воздуха помещений от аэрозольных частиц // *Гидротехника иншоотларининг самарадорлигини, ишончилиги ва хавфсизлигини ошириш Республика илмий-амалий конференция.* – Тошкент, 2012. – Б. 95-99.

66. Tagaev B.K., Erkinov B.N. Experimental study of characteristics of periodic pulse machine generator // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.* – India, 2020. – Vol.7. Issue 12 – pp. 15963-15968.

67. Muzafarov Sh.M., Togaev B.K., Balitsky V.E., Babayev A., Kilichov O. Analysis of the double-side power supply for electronic-ion technology devices with pulse voltage // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – England, 2022. 012012.

68. Muzafarov Sh.M., Togaev B.K., Balitsky V.E., Babayev A., Kilichov O. Investigation of the cleaning the air flow process from aerosol particles in the electric fields of the corona discharge’s streamer form. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – England, 2022. 012003.

69. Олофинский Н.Ф. Электрические методы обогащения.– М.:Недра, 1977. – 519 с.

70. Первичная переработка хлопка-сырца. Под общ.ред. Э.З.Зикриёва. –Т.:Мехнат, 1999.– 412 с.

71. Переводчиков В.И., Шапенко В.Н., Щербаков А.В., Калинин В.Г., Стученков В.М. Источники знакопеременного, импульсного и импульсно-знакопеременного питания электрофильтров // Электрические станции. 2003.– № 1.–С. 56–61.

72. Сергеев П.С., Виноградов Н.В., Горьянов Ф.А. Проектирование электрических машин.– М.: Энергия, 1969.– 632 с.

73. Togaev V.K., Muzafarov Sh.M., Tursunov O., Kodirov D., Balitskiy V.E., Babayev A.G., Kilichov O., Nasibov B.R., and Allenova I.V. Features of streamer form of corona discharge in respect to electric gas purification // ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614, 2020. 012050.

74. Эрти Д. Современное состояние техники золоулавливания на электростанциях ФРГ с помощью электрофильтров и намечаемое их изменение.–Mitt.Verein. Grosskeseibetriebe. 1969, Bd 49, № 3,5.–С.172–179.

75. Allen K.R., Philips K. Mechanism of spark breakdown // Elektrikal Rev. – 1963. – Vol. 173, № 3. – P. 779–789.

76. Beynon J., Liewellin–Lones F. Colg electrodes in nitrogen under the influence of an electric field // Intern.J.Electron. –М.: И.Л., 1962.– 306 с.

77. Kovalski T.Z., Zajac J. Noble gases joniration formula // Phenomena in ionized gases: Proc.XVII Intern.Conf. – Budapest, 1982. – vol.1.– Н.400–401.

78. Yamamura N., and Tanaka O., Operatinr Exsperiense of a Pulse ESR at a Modern 500 MW Coal Fired Pover Plant in Japan, ICESP V1, 1998–PP. 197–202.

79. Абдулла Ахмед Саид Моршед. Электрофильтр для очистки воздуха в цехах хлопкоочистительных заводов. Дис. ...канд. тех. наук.–Т.,1999.–123 с.

80. Каримов Х.М. Исследование технологии переработки хлопка в сильных электрических полях.: Дис.... докт. техн. наук.– М., 1971.– 293 с.

81. Музафаров Ш.М. Обоснование параметров электромеханического подборщика хлопка-сырца.: Дисс. ...канд.техн.наук.– Т.,1985. – 173 с.

82. Техника высоких напряжений/ Под общ. ред. М.В.Костенко. Учебное пособие для ВУЗов, 1973.– 528с.

83. Техника пылеулавливания и очистка промышленных газов.: Справ. изд. Алиев Г.М-А – М-Л.:Металлургия, 1986.– 544 с.

84. <http://docs.cntd.ru/document/1200102402>

85. Рекус И.Г., Шорина О.С. Основы экологии и рационального природопользования: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУП, 2001.–146 с.

86. Аугамбаев М., Иванов А., Терехов Ю. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента: Учебное пособие. – Ташкент.: Укитувчи, 2007.- 336 с.

87. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. - СПб.: Питер, 2001. - 656с.

88. Кононюк А.Е. Основы научных исследований. Монография. Киев. 2011, - 456 с.

89. Стоноженко Л.В., Югов А.Н., Карминов В.Н. Применение MS Excel и Statistica for Windows для лесотаксационных вычислений и обработки экспериментальных данных методами математической статистики: учеб. пособие. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 88 с.

90. Шадрина Н.И., Берман Н.Д. Решение задач оптимизации в Microsoft Excel 2010: учеб. пособие. науч. ред. Э.М. Вихтенко. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. – 101 с.

Ш.Музафаров, Б.Тагаев, Б.Эркинов

**ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИНИНГ  
ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИДАН АЖРАЛИБ  
ЧИҚАЁТГАН ЧАНГЛАРНИ ЭЛЕКТР ФИЛЬТРДА  
ТОЗАЛАШ**

(Монография)

Босишга рухсат этилди: 12.07.2024 йил

Бичими 60x84<sup>1/16</sup>. «Times New Roman»

гарнитурда рақамли босма усулда чоп этилди.

Шартли босма табағи 10,1. Адади 100 . Буюртма № 13-07

Тел: (99) 817 44 54

Гувоҳнома реестр № 219951

“PUBLISHING HIGH FUTURE” ОК босмаҳонасида чоп этилди.

Тошкент шаҳри, Учтепа т-н. Али Қушчи 2 А