

**«ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ» МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.12019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**«ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ» МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

БАБАЕВ АЗИЗ ГАЛИБОВИЧ

**ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВЛАШ УСУЛИ БИЛАН СУВГА ОЗОН
БИЛАН ИШЛОВ БЕРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

05.05.07 – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар

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

ТОШКЕНТ–2022

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**
**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical
sciences**

Бабаев Азиз Галибович

Электродиспергировлаш усули билан сувга озон билан ишлов бериш
технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

Бабаев Азиз Галибович

Разработка технологии обработки воды озонном методом
электродиспергирования..... 21

Babaev Aziz Galibovich

Development of water treatment technology with ozone by
electrodispersion method..... 38

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 41

**«ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ» МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**

DSc.03/30.12.12019.Т.10.01РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

**«ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ» МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

БАБАЕВ АЗИЗ ГАЛИБОВИЧ

**ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВЛАШ УСУЛИ БИЛАН СУВГА ОЗОН
БИЛАН ИШЛОВ БЕРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

05.05.07 – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар

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

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг В2020.4.PhD/Т1976 рақам рўйхатга олинган.

Диссертация “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетиде бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (www.tiiame.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Музафаров Шавкат Мансурович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мухаммадиев Ашираф
техника фанлари доктори, профессор

Байзаков Тахир Мирзанович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети

Диссертация химояси «Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти» Миллий тадқиқот университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 рақами Илмий кенгашнинг 2022 йил _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Мнзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел.: (+99871)237-09-45; факс: (+99871)237-38-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

Диссертация билан «Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти» Миллий тадқиқот университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ - рақам билан рўйхатга олинган) (100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел.: (+99871)237-09-45; факс: (+99871)237-38-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2022 йил «__» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

Б.С. Мирзаев

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

У.Т. Кузиев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., доцент

Х.М. Муратов

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

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ичимлик сувига ишлов бериб, уни сифатини яхшилаш учун энергия – ресурс тежамкор технология ва техника воситаларини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида чучук сув миқдори умумий сув миқдорининг бор – йўғи 2,5 фоизини ташкил этишини ҳисобга олсак, аҳолини тоза ичимлик суви билан таъминлаш учун мавжуд манбалардан олинаётган ичимлик сувларни зарарсизлантириш ва зарарсизлантириш ишларини сифатли амалга оширадиган технологиялар ва қурилмаларни амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жихатдан ичимлик сувини зарарсизлантириш ва сифатини яхшилашда бошқа усулларга нисбатан самарали бўлган электрдиспергировлаш усулида сувга озон билан ишлов бериш технологиясидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда истеъмол қилишдан олдин ичимлик сувини сифатини оширишнинг юқори самарали технологияси ва техника воситаларининг янги илмий – техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий – тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, ер ости ва оқова сувларни зарарсизлантириш учун кимёвий усулда ишлов беришга нисбатан экологик соф ва зарарсиз ҳисобланган электротехнологик усуллар ва уларни амалга оширадиган қурилмаларни яратишга алоҳида эътибор берилмоқда. Шу сабабли ичимлик сувини зарарсизлантиришда электрдиспергировлаш усулида озон билан ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда унинг технологик параметрлари ва иш режимларини асослаш долзарб ҳисобланади.

Республикамизда аҳолини сифатли ичимлик суви билан таъминлаш, ер ости ва оқова сув манбаларидан олинаётган сувга ишлов бериб, уни зарарсизлантириш учун қўлланилаётган кимёвий усулда ва сорбентлар билан ишлов бериш жараёни сарф – харажатларнинг катталиги, иш унумининг пастлиги ва ишлов берилгандан сўнг сувни яна тиндириш учун кўп вақт талаб қилиниши ва баъзи ҳолларда ишлов берилган сувни сифат кўрсаткичи талаб даражасига етмаслиги сабабли, тоза ичимлик суви ишлаб чиқариш соҳасини замонавий, энергия тежамкор технологиялар билан таъминлашни босқичма – босқич амалга ошириш бўйича кенг қамровли чора – тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017 – 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... қишлоқ аҳолисини тоза ичимлик суви билан таъминлашни яхшилаш, янги сув тармоқларини қуриш, замонавий тежамкор ва самарали технологияларни изчил жорий этиш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, ичимлик суви таъминоти корхоналарини модернизация қилиш ва техник жихатдан қайта жиҳозлаш, ичимлик сувининг сифатини оширишни таъминлай оладиган

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида" ги Фармони.

замон талабларига мос ресурстежамкор технологиялар ва ишланмаларни жорий этиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикаси янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги 2017 йил 7 февралдаги ПФ-№4947-сонли Фармонида ва «Замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни янада жорий этиш чора – тадбирлари тўғрисида»ги 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3238-сонли қарорида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий – ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга ошириш учун ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлиги» устувор йўналишига мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий тадқиқотлар бир қатор хорижий мамлакатларда озон электросинтези қурилмалари, юқори кучланишли электр таъминоти ва диэлектрик тўсик материални танлашга қаратилган ва I. Suarasan, L. Ghizdavu, I. Ghizdavu, A. K. Shrivastava, L. Ragni, A. Berardinelli, V. Nemanič, M. Talaat, U.W. Gunten, H. Manogue, R.L. Pigford, P. Dowidieit, R. Mertens, LiA.-P., F. Muller, A. Birner, K. Nielsch, U. Gosele, B. Eliasson, M. Hirth, U. Kogelschatz, A. Fridman, Ю.В. Филиппов, Г.В. Егоровалар озоннинг сувда эрувчанлигини ўрганган. Республикада бу муаммо деярли ҳал этилмаган. Жаҳон амалиётида озон генераторларида қўлланиладиган тўсикли разряд ва турли электрод тизимларининг электр майдонларини ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилган, улар С.М. Старковскийнинг ишларида кўриб чиқилган. Ю.Н. Исаев ва В.А. Колчанов импульсли кучланиш таъсирида озонаторнинг электр эквивалент схемасининг параметрларини аниқлаш алгоритмини ишлаб чиқишкан.

Республикада озон электросинтез жараёнининг энергия самарадорлигини ошириш ва сувни электродисперсия усулида озон билан зарарсизлантиришнинг технологияси ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий – тадқиқот ишлари режасининг КҲА – 9 – 111 – 2015 «Озон электросинтез жараёни самарадорлигини ошириш» (2015-2017 йй.) амалий лойиҳаси ва 3.16-сонли – «Қишлоқ ва сув хўжалигида электр технологик жараёнларни модернизациялаш» (2015 – 2020 йй.) топшириғи доирасида олиб борилган.

Тадқиқотнинг мақсади – озон электросинтез жараёнининг энергия самарадорлигини ошириш усулини ишлаб чиқиш ва ичимлик сувини электродисперсия усули билан узлуксиз зарарсизлантириш усулини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

газразрядли паст ҳароратли плазма ёрдамида озон электросинтез жараёнининг энергия самарадорлигини ошириш усулини ишлаб чиқиш;

даврий юқори кучланишли импульслар ёрдамида озон электросинтез жараёнининг энергия самарадорлигини ошириш имкониятини назарий ва экспериментал асослаш;

даврий юқори кучланишли импульслар билан ишлайдиган тўсиқли разряднинг хусусиятларини экспериментал тарзда ўрганиш;

озон электросинтези жараёнлари учун даврий юқори кучланишли импульсларни ишлаб чиқарувчи қурилмани ишлаб чиқиш;

ичимлик сувини дисперсия усули билан узлуксиз қайта ишлашнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш ва ишлов бериш параметрларини аниқлаш;

аэрозол сепаратори «тожли игналари билан потенциал текислик – ерланган текислик» электрод тизимининг параметрларини аниқлаш;

ичимлик сувини озон билан зарарсизлантиришнинг янги усулининг лаборатория ва ишлаб чиқариш синовларини ўтказиш;

юқори даврий, униполяр ва биполяр юқори кучланишли импульсли электр таъминот схемасини ишлаб чиқиш;

ишлаб чиқилган технологиянинг иктисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида даврий кучланиш импульслари билан таъминлаётганда, тўсиқли разряддаги озон электросинтез жараёни ва ичимлик сувини озон билан зарарсизлантиришнинг узлуксиз технологик жараёни олинган.

Тадқиқотнинг предмети кучланишнинг даврий импульслари билан таъминланганда озон генераторининг технологик разряд оралиғида тўсиқли разряд ривожланишининг қонуниятлари; кучланиш импульси таъсири остида ва импульслар орасидаги паузадаги разряд оралиғидаги ўткинчи жараёнлар; «тожли игналари билан потенциал текислик – ерланган текислик» электрод тизими параметрлари; алоқа камерасида ичимлик сувини озон билан пуркаш ва ишлов бериш жараёнлари; озон билан ичимлик сувига ишлов бериш технологияси электр таъминоти тизими ва кучланишни ростлаш мосламаси ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларда тўсиқли разряднинг кучли электр майдонларидаги разряд жараёнларини назарий таҳлил қилишнинг замонавий усуллари қўлланилган ва озон назарияси усуллари, материалларнинг тузилиши, технологик разряд оралиғидаги ўтиш жараёнлари оператор усули билан ўрганилган, кучланишнинг даврий импульслар машина генераторининг ҳисоб – китоблари электротехника ва электр машиналари усуллари билан амалга оширилган, электрод тизимининг оптимал параметрлари битта изоляцияланган тож игнаси токи буйича аниқланган, қиёсий тадқиқотлар, ишлаб чиқилган моделларнинг ишлаб чиқариш синовлари натижалари ўтказилган, статистик ва аналитик ҳисоблар ёрдамида электростатик ичимлик сувига озон билан ишлов бериш

қурилмасидан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги йиллик эксплуатацион харажатларни таққослаб аниқланган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

газразрядли паст ҳароратли плазма ёрдамида озоннинг электросинтези жараёнининг энергия хусусиятларини ошириш усули ишлаб чиқилган;

даврий юқори кучланишли импульслардан фойдаланилганда диэлектрик тўсиқ қизиқ кетмаслиги ва ҳавони ҳарорати озонни синтез жараёнига таъсир қилмаслиги аниқланган;

кучайтирувчи трансформатор томонидан истеъмол қилинадиган қувват 10 Vt бўлса, тебраниш палласида тахминан 80 Vt қувватга айланиши натижасида озонни озон генераторида аввал ултрабинафша нурланиш зонасида, кейин паст ҳароратли плазма зонасида синтез қилиш аниқланган;

ичимлик сувини зарарсизлантиришнинг электродисперсия усулида озон билан узлуксиз ишлов бериш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

ишлаб чиқилган озон электросинтез усули, ичимлик сувига ишлов беришнинг технологик жараёнидан ҳавонинг олдиндан совитиш ва намлигини қуритиш, озон генераторининг электродлари ва диэлектрик тўсиқларини совутиш қурилмасини олиб ташлашга ва жараённинг энергия кўрсаткичларини сезиларли даражада ошириш имкони яратилган;

ичимлик сувига озон билан узлуксиз ишлов бериш технологияси параметрлари аниқланиб, сувли аэрозолни заряд қилишнинг таклиф қилинган биполяр усули ичимлик сувининг зарарсизлантириш даражасини оширилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги, газлардаги электр разрядлар ва назарий электротехника ҳамда экспериментал маълумотларни қайта ишлашнинг маълум бўлган тасдиқланган усулларини, ва шунингдек назарий ва экспериментал изланишлар натижаларининг солиштирма таҳлилларини тегишли бўлимларини қўллаган ҳолда, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро адекватлиги, математик моделларда замонавий изланиш усулларини қўлланилиши билан асосланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, озон электросинтез жараёни назариясининг ривожлантирилганлиги ҳамда озон электросинтез жараёнининг паст ҳароратли газразряд плазмасидан фойдаланган ҳолда янги усули ва ичимлик сувини дисперсия усули билан зарарсизлантириш технологияси ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти озон электросинтези технологик жараёнининг сезиларли даражада соддалашиши ва жараённинг энергия кўрсаткичларининг ошиши билан белгиланади. Керакли маҳсулдорликни таъминлаш учун сувни зарарсизлантириш технологиясини ишлаб чиқишда, ишлов бериш вақтини ва кўп марта

такрорланиш эҳтимолини сезиларли даражада камайтиради. Озон генератори, электростатик пуркаткичлари ва озон сепараторининг электр таъминоти учун кучланишнинг даврий импульсларининг машина генераторига асосланган схема ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Электродиспергировлаш усули билан сувга озон билан ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

сувга озон билан электродисперсия усулида ишлов бериш технологияси Тошкент вилоятининг Қибрай туманидаги «Тошкент сув таминоти» МЧЖда жорий этилган («Ўзсувтаъминот» АЖ 2021 йил 28 июлдаги 6/9 – 2035 – сонли маълумотномаси). Натижада ичимлик сувини зарарсизлантиришда ишлов бериш вақти ва такрорланишларини сезиларли даражада камайтириш имконияти яратилган;

электродисперсия усулида сувга озон билан ишлов бериш иншооти Тошкент вилоятининг Қибрай туманидаги «Тошкент сув таминоти» МЧЖда жорий этилган («Ўзсувтаъминот» АЖ 2021 йил 28 июлдаги 6/9 – 2035 – сонли маълумотнома). Натижада ичимлик сувини зарарсизлантиришда кетадиган энергия ва материаллар сарфини камайтириш, тозаланган сувнинг санитария – бактериологик ҳолатини яхшилаш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 7 та халқаро ва 11 та республика илмий – амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 23 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўрта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 108 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, уларнинг амалиётга жорий этилиши баён қилинган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

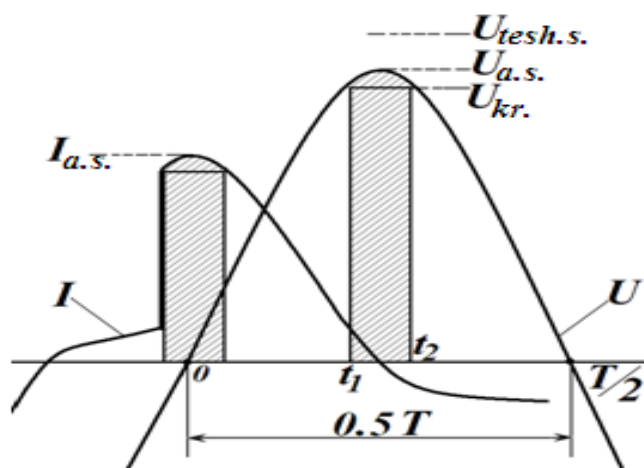
Диссертациянинг «**Озон электросинтези ва ичимлик сувини зарарсизлантириш масаласининг ҳолати таҳлили, ҳамда диссертация ишининг вазифалари**» деб номланган биринчи бобида диссертация

мавзусида чоп этилган адабиётлар ва МДХ мамлакатлари ҳамда чет эл олимлари томонидан олиб борилган тадқиқот ишлари натижалари таҳлил қилинган. Озон технологиясини қўллаш бўйича дастлабки тадқиқотлар натижалари, ичимлик сувини зарарсизлантиришнинг замонавий технологиялари, озоннинг суяқ моддаларга таъсири, озон синтези, сувни хлор билан зарарсизлантириш натижалари ва органик моддалар билан реакциялари ҳақидаги материаллар, озонаторлар конструкциялари, озон ишлаб чиқариш усуллари ва сув зарарсизлантиришда озонаторларнинг энергия самарадорлигини ошириш имкониятлари бўйича маълумотлари келтирилган.

Диссертациянинг «**Даврий кучланиш импульслари ёрдамида озон электросинтез жараёнининг самарадорлигини ошириш усулининг назарий асосланиши**» деб номланган иккинчи бобида озоннинг электросинтезига таъсир этувчи омиллар ва уларнинг ўзаро боғлиқлик назарий асосланди.

Мавжуд бўлган электросинтез технологик жараёнларининг энергия самарадорлиги паст (1 – 2%). Энергиянинг катта қисми иссиқликка айланади, бу электродларнинг ҳаддан ташқари қизиб кетишидандур ва уларни оқаетган сув билан совутиш заруриятига олиб келади.

Озон электросинтези учун мавжуд қурилмаларда 500 Gs частотали синусоидал кучланишлар ишлатилади. Озон генератори синусоидал ЭЮК манбаидан қувват олганда, занжирдаги ток i мураккаб гармоник таркибга эга бўлади. Разряд ҳосил бўлган пайитда, токнинг i оний қийматининг ўртача эгри чизиғи узилишларга эга бўлади.



1 -расм. Озон генератори орқали оний кучланиш ва оқимнинг ўртача эгри чизиқлари

Таъминот кучланишидаги u даврда разряд икки марта содир бўлади ва тўхтайтиди. Агар озонаторда $U_{a.c.}$ иш кучланиши маълум бир минимал $U_{кр.}$ кучланишдан ошса, разряд мавжуд бўлиши мумкин. Бундай ҳолда, $U_{a.c.}$ разряд оралиғининг тўлиқ электр тешилишининг кучланишидан камроқ танланади. Синусоидал кучланиш билан ишлаганда диэлектрик тўсиғи қизийди, бу эса озон ҳосил бўлишининг пасайишига олиб келади. Шунинг

учун озон генераторлари тўсиқ билан қопланган электродни оқаетган сув билан совутишни таъминлайди.

Синусоидал токларнинг маълум назарияси ёрдамида тўсиқли разряд жараёнига мос келадиган параметрларни алмаштириш билан синусоидал кучланиш билан таъминланганида озон электросинтез жараёни таҳлил қилинди. Озон генераторининг (ОГ) таъминот занжирининг умумий қуввати қуйидагига тенг:

$$P_{\text{умум}} = \left(\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt \right)^{0.5} \times \left(\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt \right)^{0.5} \quad (1)$$

Тўсиқни разряд вақтидаги занжирнинг қуввати

$$P_{\text{раз}} = \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} u^2 dt \right)^{0.5} \times \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} i^2 dt \right)^{0.5} \quad (2)$$

(1) ва (2) тенгламаларда

$$u = U_{a.c} \sin(\omega_c t - 0.5), \quad (3)$$

$$i = I_{a.c} \sin \omega_c t, \quad (4)$$

бунда ω_c —синусоидал кучланишнинг бурчак частотаси, rad/s;

i, u – ток ва кучланишнинг оний қийматлари, А, V;

$U_{a.c}$ – синусоидал кучланиш амплитудаси, V;

$I_{a.c}$ – разряд токининг амплитудаси, А;

T – синусоидал кучланишнинг даври, s;

t_1 – разряднинг бошланиш вақти, s;

t_2 – разрядни тугаш вақти, s.

Қувват йўқотилиши қуйидагига тенг

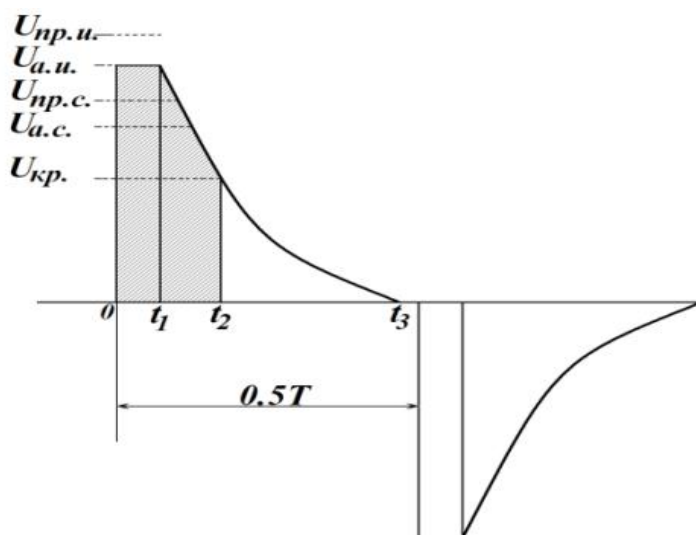
$$P_{\text{йўк}} = P_{\text{умум}} - P_{\text{йўк}} \quad (5)$$

1–5 формулалар таҳлили шуни кўрсатадики, катта қувват йўқотилиши ОГда разряд йўқлиги пайитига тўғри келар экан. Шундай қилиб, ишчи гипотеза келиб чиқади: синусоидал кучланишнинг штрихланган майдонига ўхшаш шаклга эга бўлган даврий кучланиш импульслари ёрдамида озон электросинтез жараёнининг самарадорлигини ошириш мумкин, яъни катта ўлчовсиз миқдор бўлган тўртбурчаклар (1-расм). Бундай ҳолда, таъминловчи кучланишнинг амплитудасини $U_{u.a}$, синусоидал кучланишининг $U_{\text{тему}}$ тешилиш чегарасидан юқорига кўтариш мумкин, бу эса ўта кучланиш коэффициенти билан тавсифланади.

$$K = U_{u.a} / U_{\text{тему.c}}. \quad (6)$$

Импульсли таъминотда ОГ сиғими синусоидал кучланиш амплитудасидан юқори бўлган кучланишнинг амплитудали қийматига зарядланади. 0 - t_1 вақт оралиғида (2 -расм) разряд қуввати қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади.

$$P_{0-t_1} = I_{a.u} \cdot U_{a.u}. \quad (7)$$

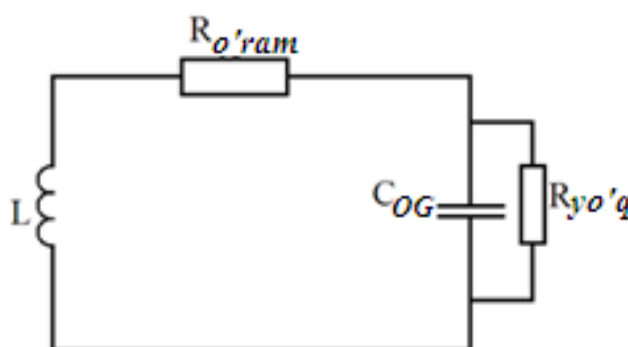


2 -расм. Даврий кучланиш импульслари билан таъминланаётганда разряд оралиғидаги кучланишни ўзгариш жараёни

Импульслар орасидаги паузада (t_1 дан t_2 гача бўлган вақт), разряд қуввати ОГ сиғимида тўпланган заряд билан аниқланади. Заряд тебранувчи контурнинг элементлари бўлган ОГ йўқолиш қаршилигига, кўтарувчи трансформаторнинг иккиламчи ўрамининг $R_{ўрам}$ ва индуктивлигига L разрядланади. Бундан ташқари, $R/2L < (CL)^{0.5}$ контурда, йўқолиш қаршилиги $R_{йўқ}$ (тенгламининг ўнг томонидаги биринчи атама) даги йўқолиш тоқларидан ва контурдаги жараёнда $R_{ўрам} LC_{ОГ}$, кичик сўнишка эғалигини ҳисобга олсак:

$$P_{t_1-t_2} = \frac{U_{a.u.}^2}{R_{йўқ}} e^{-\frac{2t}{R_{йўқ}C_{ГО}}} + \frac{U_{a.u.}^2}{R_{ўрам}} e^{-\frac{tR_{ўрам}}{2L}} \left(\cos \omega_{к.к} t + \frac{R_{ўрам}}{2\omega_{к.к}} \sin \omega_{к.к} t \right), \quad (8)$$

бунда $\omega_{к.к}$ – тебранувчи контурнинг бурчак частотаси, rad/s.



3 -расм. Импульслар орасидаги паузада озон генератори разряд оралиғининг электр таъминот занжирини алмашиш схемаси

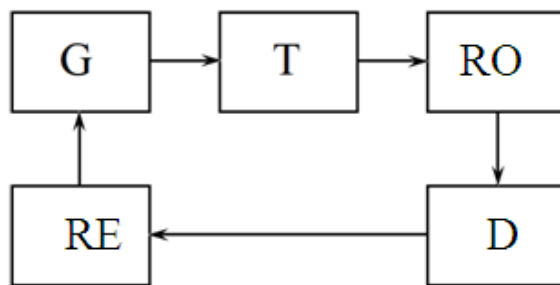
t_2 вақтидан бошлаб, разряд оралиғининг кучланиши критик $U_{ўр}$ остида пасаяди, разряд тўхтайтиди, ва сиғим $R_{ўрам}$ га разрядланади, бу эса йўқотиш қувватини ташкил қилади

$$P_{t_2-t_3} = \frac{U_{a.u}^2}{R_{\dot{y}pam}} e^{-\frac{tR_{\dot{y}pam}}{2L}} \left(\cos \omega_{к.к} t + \frac{R_{\dot{y}pam}}{2\omega_{к.к}} \sin \omega_{к.к} t \right). \quad (9)$$

(7, 9) тенглама таҳлиллари шуни кўрсатадики, даврий кучланиш импульслари энергиясининг асосий қисми озон электросинтези билан кечадиган разряд жараёнига сарфланади.

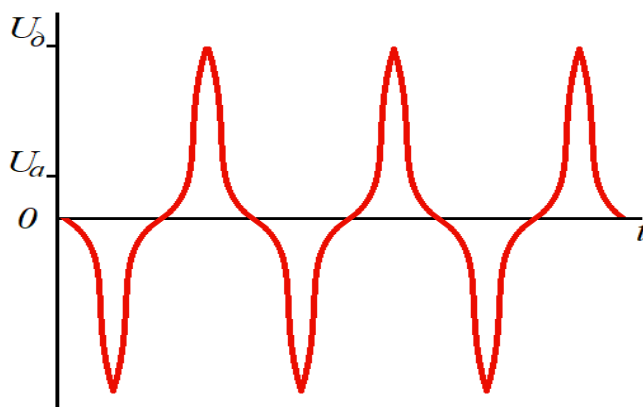
Диссертациянинг «**Даврий ва униполяр импульслар кучланишлар манбасини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобда даврий кучланиш импульсларининг параметрлари ва импульсли кучланиш генераторини ишлаб чиқиш натижалари аниқланган.

Озон электросинтези учун мавжуд қурилмаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, разряд жараёнларининг беқарорлиги туфайли жараёнларни автоматик бошқариш амалга ошмайдиган вазифа бўлиб чиқади. Разряд жараёнлари барқарорлашганда, озон электросинтези жараёнларини разряд токининг қиймати бўйича автоматик бошқариш мумкин бўлади, 4 – расмда кўрсатилганидек блок – схема бўйича амалга ошириш мумкин.



G – даврий кучланиш импульслари генератори; T – купайтирувчи трансформатор; RO – технологик разряд оралиғи; D – разряд токининг назорат қилиш датчиги; RE – ростловчи элемент.

4 -расм. Бир қутбли юқори кучланишли импульслар генераторининг блок - схемаси



5 -расм. Даврий кучланиш импульсларининг машина генераторининг чиқишидаги кучланиш осциллограммаси

Тадқиқотда илгари Ш.М. Музафаров ва Б.Н. Еркинов томонидан ишлаб чиқилган даврий кучланиш импульсларининг машина генератори

ишлатилган. Тадқиқотда статор ва роторли ўрамлар параметрларига баъзи ўзгаришлар киритилди. Магнит оқимини ошириш учун кўзгалувчан ўрамнинг ўрамлар сони кўпайтирилди ва шунинг ҳисобига генератор қуввати 180 Vt дан 275 Vt-гача ошди. Генератор статорининг барча 36 кутбли ўрамлари кетма-кет уланадиган иккита секцияга бўлинган. Тадқиқотларда, барча пазлар ўрамлари кетма-кет уланган.



6 -расм. Даврий кучланиш импульс генераторининг статори



7 – расм. Кўзғатиш ўрамини таъминлайдиган чўтка механизмли генераторнинг ротори

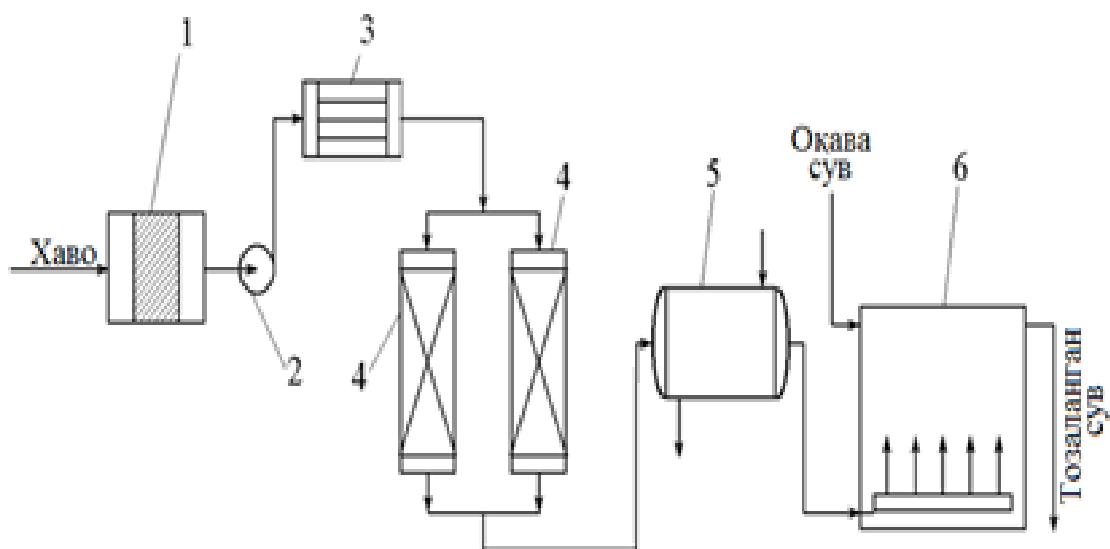
Даврий кучланиш импульслари генератори сифатида ишлаб чиқарган ва таёрланган ротор ва статорда 18 жуфт аниқ кутбли машина генераторидан фойдаланилди (6-расм). Генераторнинг ротори (7-расм) бутун металлдан қилинган. Ротор пазлари сони статор пазлари сонига тенг. Роторнинг ҳар бир кутби диаметри 0,5 mm бўлган ПЭВ–2 симидан ясалган ўз ўрамларига эга.

Роторнинг кўзғатиш ўрами 50 ўрамдан иборат. Ротор кутбларининг барча ўрамлари кетма – кет уланади ва чўтка механизмнинг сирғалувчи ҳалқаларига чиқарилади, уларга техник хизмат кўрсатиш қулайлиги учун генератор бўшлиғидан чиқарилади.

Машина генераторининг моделини экспериментал тадқиқотлар электр машиналари учун умумий қабул қилинган синов усулларига мувофиқ ўтказилди.

Диссертациянинг «Ичимлик сувига озон билан узлуксиз ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобида электродиспергерлаш усули билан сувга озон билан ишлов бериш экспериментал тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Озон билан ичимлик сувига ишлов бериш мавжуд технологияси қуйидаги элементларни ўз ичига олади (8-расм): ҳаво тозалаш филтри 1; озон генераторига ҳаво етказиб берадиган компрессор 2. Озон электросинтез жараёни ҳаво ҳароратига боғлиқ, шунинг учун ҳаво ОГ га 5 етказиб берилишидан олдин у музлатгичда совутилади 4. Ҳавони совутиш сув бўғининг конденсацияланишига олиб келишини ҳисобга олган ҳолда, уни намликдан қуритилади (4). Озон аралаш ҳаво ишлов бериладиган сув билан тўлдирилган алоқа камерасига 6 юборилади ва у ерда барботаж жараёни амалга оширилади. Озон генератори ЮКИ купайтирувчи трансформаторидан синусоидал кучланиш билан таъминланади. Синусоидал кучланишни ишлатганда, ОГ нинг диэлектрик тўсиқлари қизишини инобатка олган ҳолда, совутиш учун ОГ – га совутиш суви юборилади.

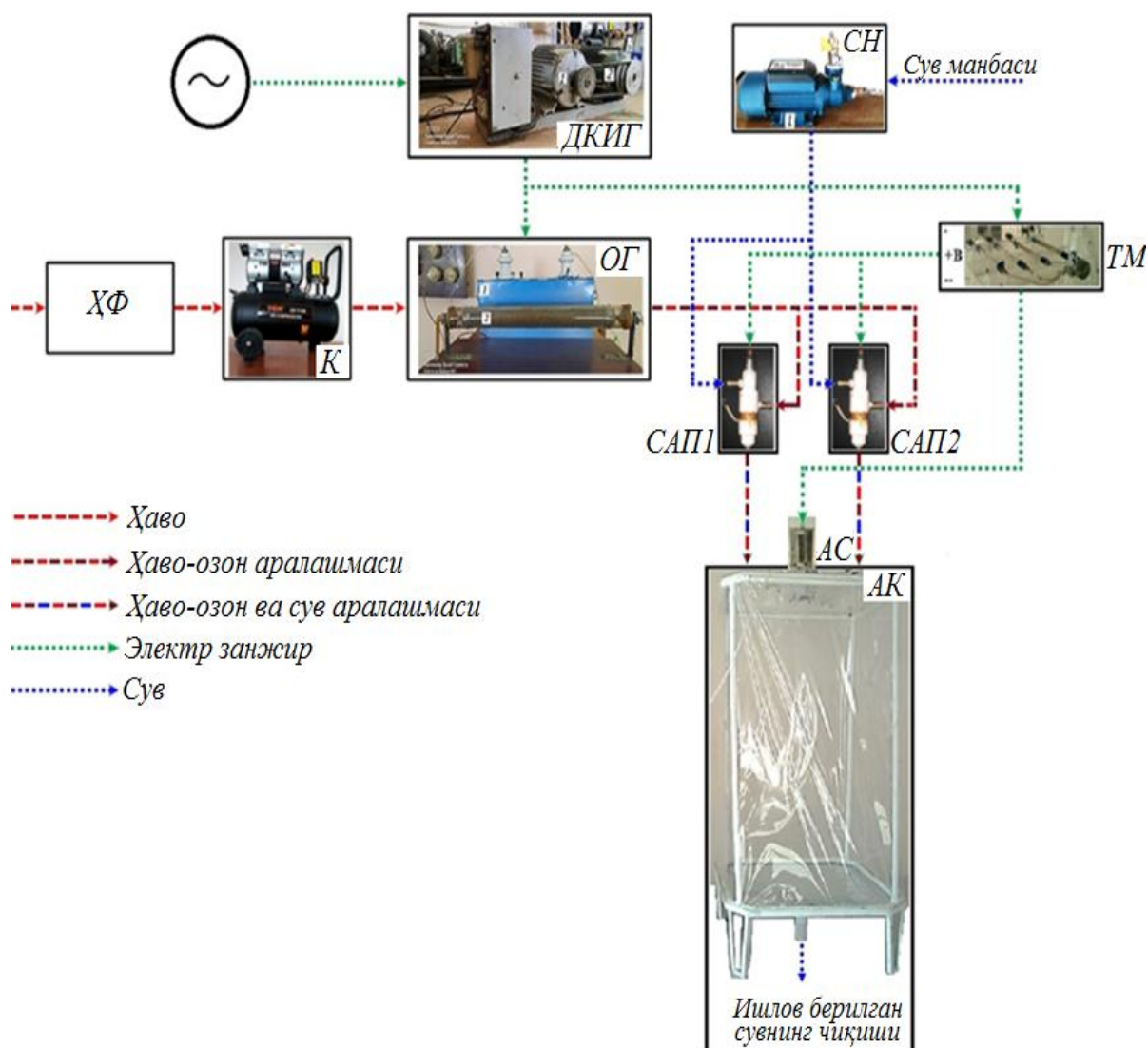


8-расм. Озон билан ичимлик сувига ишлов беришнинг мавжуд технологияси

Мавжуд технология даврий ҳаракатли бўлиб, ишлов берилганидан сўнг, алоқа камерасидаги сув чиқарилади, сўнгра ишлов бериладиган сувнинг янги қисми билан тўлдирилади.

2015 ва 2016 йилларда ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, даврий кучланиш импульслари 5 дан ошганда, тозаланган ҳаво ҳарорати озон электросинтез жараёнига деярли таъсир қилмайди ва диэлектрик тўсиқнинг қизиши кузатилмайди. Шунинг учун, сувга озон билан ишлов беришнинг мавжуд усулининг технологик схемасидан совутгич ва қуритгични олиб ташлаш мумкин (8-расм). Рўйхатда келтирилган элементлар ўрнига технологик схемага даврий кучланиш импульслари

генератори қўшилади. Бунга қўшимча равишда, диэлектрик тўсиқни совутишнинг ҳожати йўқ. Озоннинг юқори даражада чиқишини ҳисобга олсак, тадқиқотларда ҳал қилиш учун режалаштирилган вазифалар бажарилганлиги тўғрисида хулоса келиб чиқади.



ХФ – ҳаво филтри; К - компрессор; СН – сув насоси ДКИГ – даврий кучланиш импульслари генератори; ОГ – озон генератори; ТМ – тўғрилаш мосламаси; АК – алоқа камераси; САП – сув аэрозолининг пуркагичи; АС – аэрозол сепаратори.

9 – расм. Сувга озон билан узлуксиз ишлов бериш схемаси

Узлуксиз технологиясидан фойдаланиш илмий ва амалий қизиқиш уйғотади. Бунинг учун бир хил дисперсияга эга сувли аэрозолни олиш учун сувни электростатик пуркагичларни (9–расм) қўллаш таклиф қилинади. Сувни пуркаш ишлов беришнинг биринчи босқичи бўлган пуркагичга озонли ҳавони етказиб бериш орқали амалга оширилади. Озонли ҳаво билан аралаштирилган сувнинг аэрозол заррачалари алоқа камерасига (АК) юборилади, у ерда зарарсизлантиришнинг иккинчи босқичи амалга оширилади.

Озон зичлиги азот ва кислород зичлигидан юкорилигини ҳисобга олсак, табиий равишда озон АКнинг пастки қисмида жойлашган бўлади. Ортиқча газ АК қопқоғидаги юқори тешик орқали чиқиб кетади. Контакт камерасининг чиқиш жойига тожли аэрозол сепаратори ўрнатилган, аэрозол сепараторининг кўндаланг кесими 100x100 mm га тенг. Озон сепараторининг марказида тож игналари бўлган потенциал электрод ўрнатилган.

Ичимлик сувига узлуксиз ишлов бериш экспериментал қурилмасининг ишлаб чиқариш синовлари Қибрай тумани «Тошкент Сув Таминоти» МЧЖ ичимлик суви насос станциясида, очиқ манбали (Бўз сув канали) суви ва артезиан кудуғидан олинган сувларида ўтказилди.

Тадқиқотлар тўртта вариант бўйича ўтказилди:

- зарядланмаган аэрозолда
- манфий зарядланган аэрозолда;
- мусбат зарядланган аэрозолда;
- биполяр зарядланган аэрозолда.

Тадқиқотни ўтказишдан олдин ҳаво оқими тезлигини танлаш амалга оширилди. Сувнинг энг яхши чангланиши 0,027 m³/соат ҳаво оқими тезлигида ва 4 l/min сув оқими тезлигида содир бўлди. Пуркагичларга бир ярим даврий қиймати 2,5 kV бўлган амалдаги кучланишни берганда, кучланиш амплитудаси 12,5 kV–га тенг. Юқори кучланишларда, ерланган индукцияловчи ўқида учқунли тешилишлар кузатилди. Тадқиқотлар импульс кучланишининг шу қийматлари бўйича ўтказилди. Озон генераторга берилган кучланиш параметрлари ҳам ўзгармайди. Генератор чиқишидаги бу кучланишда озон концентрацияси ГОз – 150 озонметр билан ўлчанди ва 73 g/m³ га тенг.

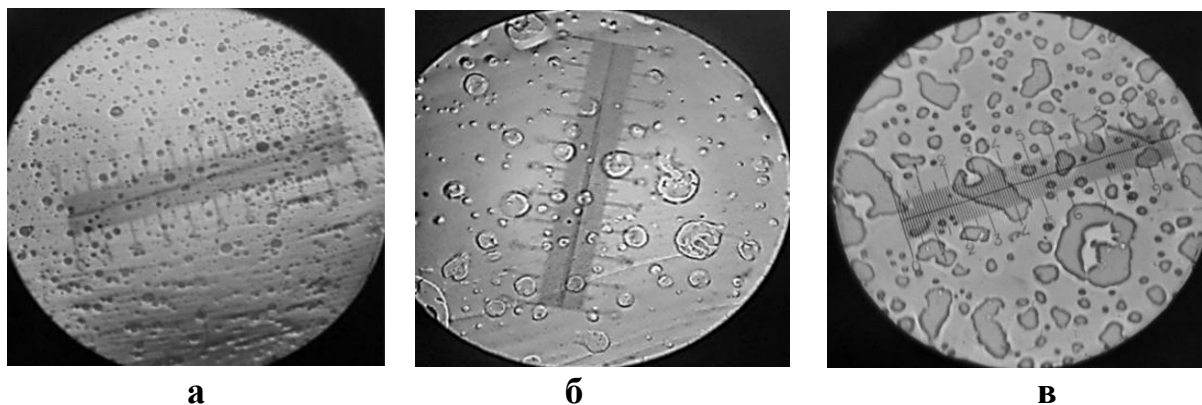
Кучланишни кўпайтириш схемаси бўйича тўғриланган, аэрозол сепараторининг таъминот кучланиши қуйидагича: доимий кучланиш ташкил этувчиси 12,5 kV; амалдаги кучланиши–15 kV; амплитудаси 25 kV.

Пуркатилган сувнинг дисперсияси (10 – расм), веретено мойининг 3 қисми ва техник вазелиннинг бир қисми аралашмаси билан қопланган шиша ёрдамида аниқланди. Сув заррачалари ишлов берилган шиша юзасига тушганда, томчилар тарқалмайди, балки деярли мукамал ярим шарнинг шаклига эга бўлади.

Кучланиш бермасдан пуркашда, томчиларнинг дисперсияси микроскоп ёрдамида ўлчанганда, томчиларнинг тарқалиши 50-800 мкм оралиғида бўлди. Салбий кутбли кучланиш қўлланилганда, томчиларнинг тарқалиши 30-50 мкм оралиғида бўлди. Ижобий кутбли кучланиши қўлланилганда, томчиларнинг тарқалиши 40-60 мкм-ни ташкил қилди.

Тошкент вилояти санитария-эпидемиологик осойишталик ва жамоа саломатлиги хизмати ходимлари хулосасига кўра, очиқ сув омбори Бўз сув каналидан олинган сувга ишлов берилганидан сўнг, бактериологик кўрсаткичлар бўйича улар Сан КМИ 0318 талабларига ва артезиан кудуғидан олинган сувга ишлов берилганидан сўнг, бактериялогик

кўрсаткичлар Ўз. РДСТ–950/2011 талабларига жавоб беради (таҳлил натижаларининг нусхалари илова қилинган).



а - электростатик пуркатишдан кейин сув аэрозоли; б - ҳаво билан пуркатишдан кейин сув аэрозоли; в - ҳавосиз пуркалган сув аэрозоли (кўриш чизиғининг бир бўлиниши 15 μm тўғри келади).

10-расм. Пуркатишган сув аэрозолининг микрофотографиялари

Озон билан ичимлик сувини дезинфекция қилиш самарадорлигини ҳақиқий баҳосини иқтисодий кўрсаткичлар бўйича баҳолаш мумкин. Бунда зарарсизлантириш сифатининг яхшиланиши, хлор бирикмалари ва қолдиқ хлорнинг инсон организмига таъсирини камайиши ҳисобига олинади. Охирги кўрсаткичларни ушбу таъсирлар натижаларини статистик қайта ишлаш асосида аниқлаш мумкин. Бизнинг ҳолатда, озон сувини зарарсизлантириш жараёнининг самарадорлигини аниқлаш иқтисодий мезонларга кўра аниқланган.

Иқтисодий самарадорлик иш ҳақининг пасайиши (ходимларни қисқартириш) ва суяқ хлор сотиб олиш натижасида пайдо бўлиши мумкинлигини ҳисобга олган ҳолда, бир вақтнинг ўзида электр энергиясига, янги ускуналарга бўлган харажатлар ҳам ошиши кузатулади. Хусусан, иш ҳақи харажатларига турли ҳисоб – китоблар, мукофатлар, қайта ишлаш учун тўловлар ва бошқалар киради. Шунинг учун таққосланган вариантлар учун йиллик иш ҳақи насос станциясининг штат жадвалига мувофиқ ҳисоблаб чиқилган.

Электр энергия харажатлари. Қурилмани синовдан ўтказишда иккита пуркагичга озон, битта озон генераторидан таъминланган. Амалдаги кучланиш қиймати 11000 V бўлганда истеъмол қилинаётган ток 1,0 mA ташкил қилади. Бу ерда озон генераторининг истеъмол қуввати 11 Vt-ни ташкил этади.

Бир пуркагичнинг маҳсулдорлиги 2 l/min. бўлса, иккита пуркагичнинг маҳсулдорлиги 4 l/min. ёки 0,24 m^3/soat – ни ташкил қилади. Кучланиш трансформаторининг қуввати 500 Vt, шунинг учун битта генераторга 500 Vt қувват сарфлайдиган озонаторни улаш мумкин. Бу ҳолда, ўрнатиш қуввати 12 m^3/soat – гача оширилиши мумкин. Насос

станциясининг соатлик унумдорлиги $258 \text{ m}^3/\text{soat}$ бўлса, озонли сув зарарсизлантириш иншоотларининг қуввати қуйидагини ташкил қилади

$$P_{\text{O}_3} = (P_{\text{соат}}/P_{\text{кыр.}})P_{\text{тр}} = (258/12) \times 0,5 = 10,75 \text{ kVt},$$

бунда $P_{\text{соат}}$ насос станциясининг соатлик қуввати, $258 \text{ m}^3/\text{soat}$.

Иш ҳақи - $(464964-75600) = 389364$ минг сўм.

Бошқа харажатлар - $(4087156-32959 + 34580) = 4046136$ минг сўм.

Сувга дисперсия усули билан озон билан ишлов беришдан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги.

$$\mathcal{E}_{\text{O}_3} = P_{\text{хл}} - P_{\text{O}_3} = 10258953 - 10184709 = 74244 \text{ минг сўм}.$$

ХУЛОСА

1. Озон электросинтезининг мавжуд усуллари паст энергия самарадорлигига эга, ва улардан фойдаланиш ҳавони олдиндан тайёрлаш ва электродлар ҳамда диэлектрик тўсиқларни совутишни ўз ичига олади.

2. Амплитудали коэффициенти 5 дан юқори бўлган даврий юқори кучланишли импульслардан фойдаланганда, электр майдоннинг кучланиш амплитудаси ошади ва шунга мос равишда разряд оралиғидаги ажиралиб чиқаётган қувват ҳам, бир вақтнинг ўзида оралиғни совутиш ва ултрабинафшали нурланиш спекторида нурлаш билан кузатиладиган паст хароратли плазма ҳосил бўлиши билан унинг ўтказувчанлиги кескин кўпайиши назарий ва экспериментал исботланган.

3. Озон генераторини ва бошқа юқори кучланишли истеъмолчиларни даврий ва бир қутбли кучланиш импульслари билан таъминлаш учун қурилмалар, шу жумладан электрон ва машинали импульсли кучланиш генератори ишлаб чиқилди.

4. Ичимлик сувини зарарсизлантиришнинг мавжуд технологиялари унумдорлиги паст. Ичимлик сувини озон билан зарарсизлантириш технологиясини ишлаб чиқилди, тажриба ва тажриба – саноат намуналарини лаборатория ва ишлаб чиқариш синовлари ўтказилди. Тозаланган сувнинг санитария – бактериологик таҳлили ишлаб чиқилган усулнинг юқори самарадорлиги аниқланган.

5. Биполяр зарядланган сувли аэрозолдан фойдаланганда қарама-қарши зарядланган аэрозол заррачаларининг иккиламчи ўзаро таъсири юзага келиши аниқланди, бу эса туманга ўхшаш бирикма ҳосил бўлишига олиб келади, шу билан бирга ичимлик сувга ишлов бериш даражаси ошиши аниқланган.

6. Разряд каналида импульсли кучланиш берилганда озон генераторининг разрядланиш занжирининг қуввати 4600 Vt –ни ташкил қилди, синусоидал кучланиш эса 230 Vt бўлди, бу факт пухта назарий ва экспериментал исботни талаб қилади.

7. Ичимлик сувига озон билан ишлов бериш технологияси иқтисодий самарадорлиги йиллик эксплуатацион харажатлар билан аниқланди ва

Қибрай тумани «Тошкент сув таиноти» МЧЖ ичимлик сув насос станцияси учун 74244 минг сўмни ташкил этди.

8. Диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари қишлоқ ва сув хўжалигида озон технологиясини қўллаш кўламини кенгайтиради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.12019.Т.10.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

Бабаев Азиз Галибович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ОЗОНОМ
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВАНИЯ**

05.05.07. – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»

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

ТАШКЕНТ-2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2020.4.PhD/T1976.

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства».

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

Научный руководитель:

Музафаров Шавкат Мансурович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Мухаммадиев Ашираф
доктор технических наук, профессор

Байзаков Тахир Мирзанович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова

Защита диссертации состоится «__» _____ 2022 г. в ____ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.12019.T.10.01 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрционный номер ____). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязи, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

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

Б.С. Мирзаев

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

У.Т. Кузиев

Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней,
к.т.н., доцент

Х.М. Муратов

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

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире использование энергосберегающих технологий и оборудования для очистки питьевой воды и повышения ее качества, является одним из ведущих направлений. Учитывая, что количество пресной воды в мире составляет всего 2,5% от общего количества воды, внедрение технологий и оборудования, по качественной очистке и обеззараживанию питьевой воды из существующих источников, необходимо для обеспечения населения чистой питьевой водой. В связи с этим важно использовать технологию озонирования воды методом электродиспергирования, который более эффективен, чем другие методы в обеззараживании при улучшении качества питьевой воды.

Во всем мире проводятся исследования по разработке высокоэффективных технологий по улучшению качества питьевой воды и новых научно - технических решений по созданию технических средств. В связи с этим особое внимание уделяется созданию электротехнологических методов и реализующих их устройств, считающихся экологически чистыми и безвредными по отношению к химической очистке подземных и сточных вод. Поэтому, при обеззараживании питьевой воды важно разработать технологию обработки озоном электродиспергированием, а также обосновать ее технологические параметры и режимы работы.

В Республике в процессе обеспечения населения страны качественной питьевой водой, химическая и сорбционная очистка подземных и сточных вод требует больших затрат, производительность ее низкая и требует длительного времени для осаждения частиц после очистки. В некоторых случаях качество очищенной воды не достигает необходимого уровня, принимаются комплексные меры по постепенному обеспечению отрасли питьевой воды современными энергосберегающими технологиями. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистана на 2017-2021 годы определены такие актуальные задачи, как «... улучшение снабжения сельского населения чистой питьевой водой, строительство новых сетей водоснабжения, постепенное введение современных ресурсосберегающих и эффективных технологий»¹. В частности, одним из важных вопросов является модернизация и техническое перевооружение предприятий питьевого водоснабжения, внедрение ресурсосберегающих технологий и разработок в соответствии с современными требованиями, позволяющих улучшить качество питьевой воды.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит для реализации задач, поставленных в Постановлениях и других нормативных актах, связанных с этой деятельностью как Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики

¹ Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 7 февраля 2017 года № УП-№4947

Узбекистан», от 7 февраля 2017 года № УП-№4947 и Постановлений Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий», от 23 августа 2017 года № ПП-3238.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии II. «Энергетика, энерго – ресурсо сбережение».

Степень изученности проблемы. Научными исследованиями направленными на усовершенствование устройств для электросинтеза озона, источников питания высоким напряжением и выбором материала диэлектрического барьера в ряде зарубежных стран и занимались и исследовали растворимость озона в воде: I. Suarasan, L. Ghizdavu, I. Ghizdavu, A.K. Shrivastava, L. Ragni, A. Berardinelli, V. Nemanic, M. Talaat, U.W. Gunten, H. Manogue, R.L. Pigford, P. Dowidiet, R. Mertens, LiA.-P., F. Muller, A. Birner, K. Nielsch, U. Gosele, B. Eliasson, M. Hirth, U. Kogelschatz, A. Fridman, Ю.В. Филиппов, Г.В. Егорова. В республике этой проблемой практически не занимались. В мировой практике разработаны методы расчета электрических полей барьерного разряда и различных электродных систем, используемых в генераторах озона, они рассмотрены в трудах С.М. Старковского. Ю.Н. Исаев и В.А. Колчанова разработали алгоритм определения параметров электротехнической схемы замещения озонатора при воздействии импульсного напряжения.

Однако в выше перечисленных исследованиях вопросы повышение энергетической эффективности процесса электросинтеза озона и разработки технологии проточной обработки изучены в недостаточной степени. Исходя из этого в диссертации планировалось значительно повысить энергетические показатели процесса электросинтеза озона и разработать проточную технологию обработки воды озоном.

Связь исследований диссертации с планами научно – исследовательских работ высшего учебного заведения. Диссертационное исследование выполнено по плану научно – исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по проекту КХА–9–111–2015 (2015–2017 гг.) «Повышение эффективности процесса электросинтеза озона» и по заданию № 3.16–«Модернизация электротехнологических процессов сельского и водного хозяйства (2015 – 2020 гг.).

Цель исследований – является разработка способа повышения энергетической эффективности процесса электросинтеза озона и непрерывной обработки питьевой воды озоном методом электродиспергирования.

Задачи исследований:
разработать способ повышения энергетической эффективности процесса электросинтеза озона с использованием газоразрядной низко-

температурной плазмы;

теоретически и экспериментально обосновать возможность повышения энергетической эффективности процесса электросинтеза озона с использованием периодических импульсов высокого напряжения;

экспериментально исследовать характеристики барьерного разряда при питании периодическими импульсами высокого напряжения;

разработать устройство для генерирования периодических импульсов высокого напряжения для процессов электросинтеза озона;

разработать технологическую схему непрерывной обработки питьевой воды методом диспергирования и определить параметры обработки;

определить оптимальные параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» для сепаратора аэрозоля;

провести лабораторные и производственные испытания нового способа обработки питьевой воды озоном;

разработать схему питания установки высокими периодическими и униполярными и биполярными импульсами высокого напряжения;

оценить экономическую эффективность разработанной технологии.

Объектом исследований является процесс электросинтеза озона в барьерном разряде при питании периодическими импульсами напряжения и непрерывный технологический процесс обеззараживания питьевой воды озоном.

Предметом исследований являются: закономерности развития барьерного разряда в технологическом разрядном промежутке генератора озона при питании периодическими импульсами напряжения; переходные процессы в разрядном промежутке при воздействии импульса напряжения и в паузе между импульсами; оптимальные соотношения параметров электродной системы «заземленная плоскость – потенциальная плоскость с коронирующими иглами»; процессы распыления и обработки питьевой воды озоном в контактной камере; система питания технологии обработки питьевой воды озоном и устройство регулирования напряжения.

Методы исследований. В исследованиях использовались современные методы теоретического анализа разрядных процессов в сильных электрических полях барьерного разряда и методы зонной теории строения материи, переходные процессы в технологическом разрядном промежутке исследовались операторным методом, расчет машинного генератора периодических импульсов напряжения проводился по методам электротехники и электрических машин, оптимальные параметры электродной системы определялись по току одиночной изолированной коронирующей иглы, сравнительными исследованиями, производственные испытания разработанных макетов проводились с использованием статистических и аналитических расчетов, экологическая эффективность использования генератора озона определялась методом сравнения годовых эксплуатационных затрат.

Научная новизна состоит в следующем:

разработан новый способ повышения энергетических характеристик процесс электросинтеза озона с использованием газоразрядной низкотемпературной плазмы;

установлено, что при использования периодических импульсов высокого напряжения диэлектрический барьер не нагревается и температура воздуха не влияет на процесс электросинтеза озона;

установлено, что при мощности потребляемой повышающим трансформатором 10 Вт в колебательном контуре развивается мощность порядка 80 Вт, в результате синтезировать озон можно в два этапа: сначала в зоне ультрафиолетового излучения, затем в зоне низкотемпературной плазмы;

разработан новый способ непрерывной обработки питьевой воды озонном методом диспергирования.

Практическая значимость исследований заключается в следующем:

разработанный способ электросинтеза озона позволяет удалить из технологического процесса обработки питьевой воды предварительное охлаждение и осушение воздуха и охлаждение электродов и диэлектрических барьеров генератора озона позволяет значительно повысить энергетические показатели процесса;

определены параметры технологии непрерывной обработки питьевой воды озонном и предложенный биполярный способ зарядки водной аэрозоли повышает степень обеззараживания питьевой воды;

Достоверность результатов исследований. Достоверность научных результатов подтверждается применением современных методов исследований, основанных на адекватных математических моделях с применением соответствующих разделов теории электрических разрядов в газах и теоретической электротехники и известных апробированных методов обработки экспериментальных данных, а также сравнительным анализом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость исследований.

Научная значимость результатов исследований определяется весомым вкладом, внесенным в развитие теории процессов электросинтеза озона, заключающееся в разработке нового способа процесса электросинтеза озона с использованием газоразрядной низкотемпературной плазмы и разработке проточной технологии обработки питьевой воды с использованием метода диспергирования.

Практическая значимость полученных результатов определяется значительным упрощением технологического процесса электросинтеза озона и повышения энергетических показателей процесса, в разработке проточной технологии обеззараживания воды, значительно сокращающем время обработки и возможности многократного дублирования, с целью обеспечения необходимой производительности. Для электроснабжения генератора озона, электростатических распылителей и сепаратора озона

разработана схема на основе машинного и электронного генератора периодических импульсов напряжения.

Внедрение результатов исследований. На основании полученных результатов исследований по разработке технологии обработки воды озоном методом электродиспергирования:

технология обработки воды озоном методом электродиспергирования внедрена на ООО «Тошкент сув таъминоти» Кибрайского района Ташкентской области (Справка АО «Узсувтаъминот» от 28 июля 2021 года № 6/9 – 2035). В результате даёт возможность значительно сократить время обработки и повторность при обеззараживании воды;

установка обработки воды озоном методом электродиспергирования внедрена на ООО «Тошкент сув таъминоти» Кибрайского района Ташкентской области (Справка АО «Узсувтаъминот» от 28 июля 2021 года № 6/9 – 2035). В результате даёт возможность понижения затрат на электроэнергию и материалов, а так же улучшения санитарно – бактериологического состояния обработанной воды.

Апробация результатов исследований. Результаты работы докладывались и обсуждались на 7 международных и 11 республиканских научно – практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По диссертационной теме опубликовано всего 23 научных работ, в том числе 2 – в международном, 3 – в Республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 108 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, описаны объекты и предметы исследования, изложено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, научная новизна и практические результаты, их внедрение в производство, приведены сведения о публикации результатов исследования, объём и структура диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ состояния вопроса электросинтеза озона и обеззараживания питьевой воды, и задачи диссертационной работы**» анализированы по теме диссертации опубликованные литература и результаты исследовательских работ проведённых учёными стран СНГ и за рубежом. В том числе приведены материалы по результатам предварительных исследований в области применения озонной технологии, современным технологиям обеззараживания питьевой воды, воздействию озона на жидкие вещества, синтезу озона, результаты обеззараживания воды хлором и реакции с

органическими веществами, конструкции озонаторов, способы получения озона и возможности повышения энергетической эффективности озонаторов при обработке воды.

Во второй главе диссертации «Теоретическое обоснование способа повышения эффективности процесса электросинтеза озона использованием периодических импульсов напряжения» определены факторы влияющие на электросинтез озона и формулы их взаимосвязи.

Энергетический КПД реализованных технологических процессов электросинтеза является низким (1–2%). Значительная часть энергии преобразуется в тепло, что приводит к перегреву электродов и необходимости их охлаждения проточной водой.

В существующих устройствах электросинтеза озона применяют синусоидальные напряжения частотой 500 Гц. При питании генератора озона от источника синусоидальной ЭДС ток i в цепи имеет сложный гармонический состав. Усредненная кривая мгновенного значения тока i содержит разрывы в моменты возникновения разряда. Разряд на периоде питающего напряжения u дважды возникает и прекращается.

Существование разряда возможно, если рабочее напряжение $U_{a.c}$ на озонаторе превышает некоторое минимальное напряжение $U_{кр}$. При этом $U_{a.c}$ выбирается меньше, чем напряжение полного электрического пробоя разрядного промежутка.

При питании синусоидальным напряжением происходит нагревание диэлектрического барьера, что приводит к снижению выхода озона. Поэтому в генераторах озона предусматривается охлаждение проточной водой электрода, покрытого барьером.

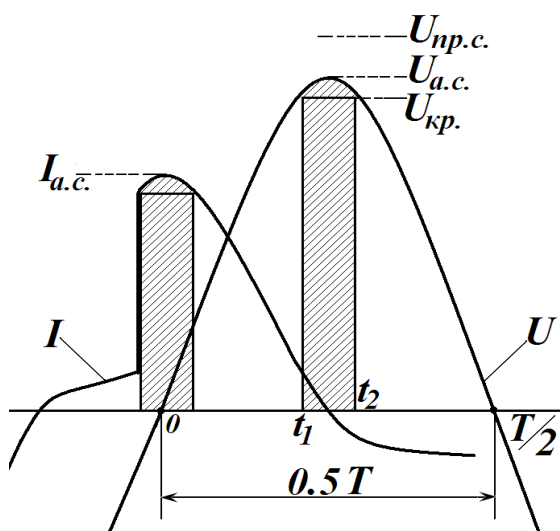


Рис. 1. Усреднённые кривые мгновенного напряжения и тока через генератор озона

Проанализирован процесс электросинтеза озона при питании синусоидальным напряжением с использованием известной теории синусоидальных токов с подстановкой параметров соответствующих

процессу барьерного разряда. Общая мощность цепи питания генератора озона (ГО) равна:

$$P_{общ} = \left(\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt \right)^{0.5} \times \left(\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt \right)^{0.5} \quad (1)$$

Мощность цепи во время барьерного разряда

$$P_{раз} = \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} u^2 dt \right)^{0.5} \times \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} i^2 dt \right)^{0.5} \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2)

$$u = U_{a.c} \sin(\omega_c t - 0.5), \quad (3)$$

$$i = I_{a.c} \sin \omega_c t, \quad (4)$$

где ω_c – угловая частота синусоидального напряжения, рад/с;

u, i – мгновенные значения тока и напряжения, В, А;

$U_{a.c}$ – амплитуда синусоидального напряжения, В;

$I_{a.c}$ – амплитуда тока разряда, А;

T – период синусоидального напряжения, с;

t_1 – время начала разряда, с;

t_2 – время завершения разряда, с.

Мощность потерь равна

$$P_{пот} = P_{общ} - P_{раз} \quad (5)$$

Из анализа формул (1–5) следует, что значительная мощность потерь приходится на время, при котором разряд в ГО отсутствует. Отсюда следует рабочая гипотеза: повысить эффективность процесса электро – синтеза озона можно при использовании периодических импульсов напряжения, имеющих форму схожую с заштрихованной областью синусоидального напряжения, т.е. прямоугольную с большой скважностью (рис.1). В данном случае можно повысить амплитуду питающего напряжения $U_{u.a}$ выше пробивного порога синусоидального напряжения $U_{np.c}$, что характеризуется коэффициентом перенапряжения.

$$K = U_{u.a} / U_{np.c}. \quad (6)$$

При импульсном питании емкость ГО заряжается до амплитудного значения напряжения, которое выше амплитуды синусоидального напряжения. В промежутке времени $0 - t_1$ (рис.2.) мощность разряда определяется зависимостью.

$$P_{0-t_1} = I_{a.и} \cdot U_{a.и}. \quad (7)$$

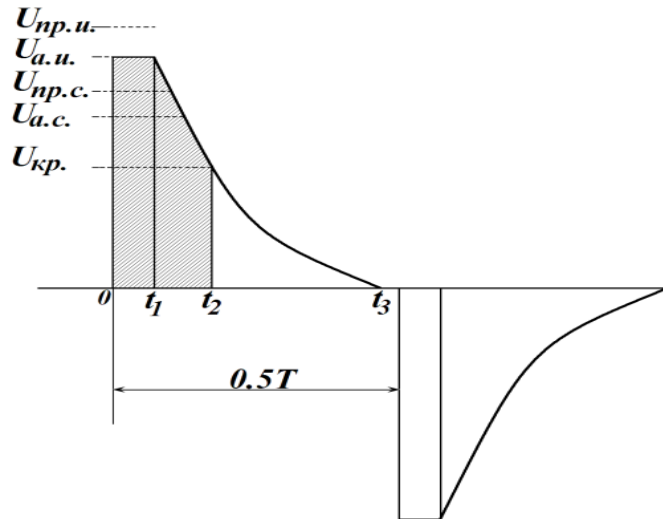


Рис. 2. Процесс изменения напряжения на разрядном промежутке при питании периодическими импульсами напряжения

В паузе между импульсами (время от t_1 до t_2) мощность разряда будет определяться зарядом, накопленным в емкости ГО. Заряд будет разряжаться на сопротивлении потерь $R_{пот}$ ГО, сопротивлении $R_{обм}$ и индуктивности L вторичной обмотки повышающего трансформатора, которые являются элементами колебательного контура (рис. 3.). При этом ввиду того, что $R/2L < (CL)^{0.5}$, в контуре имеем малое затухание, которое складывается из токов потерь на $R_{пот}$ (первое слагаемое правой части уравнения) и процесса в контуре $R_{обм}LC_{ГО}$:

$$P_{t_1-t_2} = \frac{U_{a.и}^2}{R_{пот}} e^{-\frac{2t}{R_{пот}C_{ГО}}} + \frac{U_{a.и}^2}{R_{обм}} e^{-\frac{tR_{обм}}{2L}} \left(\cos \omega_{к.к.} t + \frac{R_{обм}}{2\omega_{к.к.}} \sin \omega_{к.к.} t \right), \quad (8)$$

где $\omega_{к.к.}$ – угловая частота колебательного контура, рад/с.

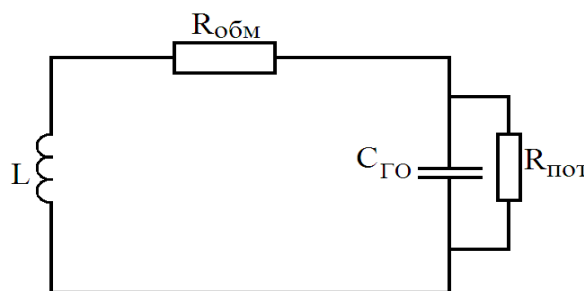


Рис. 3. Схема замещения цепи питания разрядного промежутка генератора озона в паузе между импульсами

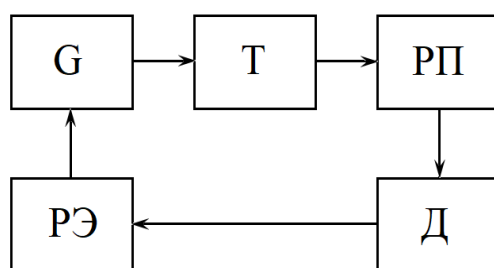
Начиная с момента времени t_2 напряжение разрядного промежутка снижается ниже критического $U_{кр}$, разряд прекращается, и емкость разряжается на $R_{обм}$, что составляет мощность потерь:

$$P_{t_2-t_3} = \frac{U_{a.и}^2}{R_{обм}} e^{-\frac{tR_{обм}}{2L}} \left(\cos \omega_{к.к.} t + \frac{R_{обм}}{2\omega_{к.к.}} \sin \omega_{к.к.} t \right). \quad (9)$$

Анализ уравнений (7-9) показывает, что основная часть энергии периодических импульсов напряжения расходуется на процесс разряда, который сопровождается электросинтезом озона.

В третьей главе диссертации «Разработка источников питания периодическими и униполярными импульсами напряжения» определены параметры периодических импульсов напряжения и результаты разработки генератора импульсного напряжения.

Как показал анализ существующих устройств электросинтеза озона, ввиду нестабильности разрядных процессов, автоматическое управление процессами оказывается неосуществимой задачей. При стабилизации разрядных процессов возникает возможность автоматического управления процессами электросинтеза озона по величине разрядного тока, что можно реализовать по блок – схеме приведенной на рис 4.



Г – генератор периодических импульсов напряжения; Т – повышающий трансформатор; РП – технологический разрядный промежуток; Д – датчик контроля разрядного тока; РЭ – регулирующий элемент.

Рис. 4. Блок-схема генератора униполярных импульсов высокого напряжения

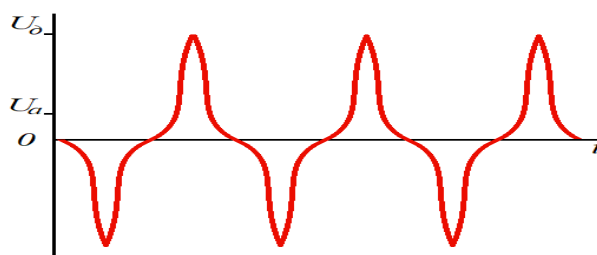


Рис. 5. Осциллограмма напряжения на выходе машинного генератора периодических импульсов напряжения

В исследованиях был использован машинный генератор периодических импульсов напряжения, разработанный ранее Ш.М. Музафаровым и Б.Н. Эркиновым. В исследованиях проведены некоторые изменения в параметрах обмотки статора и ротора. Увеличено число витков обмотки возбуждения, с целью повышения магнитного потока, тем самым мощность генератора повысилась с 180 Вт до 275 Вт. Все 36 полюсных обмоток статора генератора были разделены на две секции, с последовательным включением, в исследованиях все обмотки пазов включались последовательно.

В качестве генератора периодических импульсов напряжения использовался, разработанный и изготовленный машинный генератор с 18 парами явно выраженных полюсов на роторе и статоре (рис. 6, 7). Ротор генератора (рис. 7.) выполнен цельнометаллическим. Количество пазов ротора равно количеству пазов статора. Каждый полюс ротора имеет свою катушку, выполненную проводом ПЭВ-2 диаметром 0,5 мм.



Рис.6. Статор генератора периодических импульсов напряжения



Рис. 7. Ротор генератора с щеточным механизмом питания обмотки возбуждения

Обмотка возбуждения ротора состоит из 50 витков. Все катушки полюсов ротора соединены последовательно и выведены на контактные кольца щеточного механизма, который для удобства обслуживания выведен из полости генератора. Экспериментальные исследования макета машинного генератора проводились по общепринятой методике испытаний электрических машин.

В четвёртой главе диссертации «**Разработка технологии проточной обработки питьевой воды озоном**» приведены результаты экспериментальных исследований процесса обработки воды озоном методом электродиспергирования.

Существующая технология обработки питьевой воды озоном включает в себя следующие элементы (рис.8): фильтр для очистки воздуха 1; компрессор для подачи воздуха в генератор озона 2; Процесс электросинтеза озона существенно зависит от температуры воздуха, поэтому перед подачей воздуха в ГО 5 производят его охлаждение в холодильнике 3. Ввиду того, что охлаждение воздуха приводит к конденсации водяных паров, необходимо сушка в осушителе 4. Подготовленный воздух подается в генератор озона 5. Озоносодержащий воздух подается в контактную камеру 6 наполненной водой подлежащей обработке, где происходит его барботирование. Генератор озона питается синусоидальным напряжением от повышающего трансформатора ИВН, в виду того, что при использовании синусоидальных напряжений происходит нагревание диэлектрических барьеров ГО, то для их охлаждения в ГО подается охлаждающая вода.

Существующая технология периодического действия, вода в контактной камере после обработки удаляется, затем заполняется новой порцией воды, подлежащей обработке.

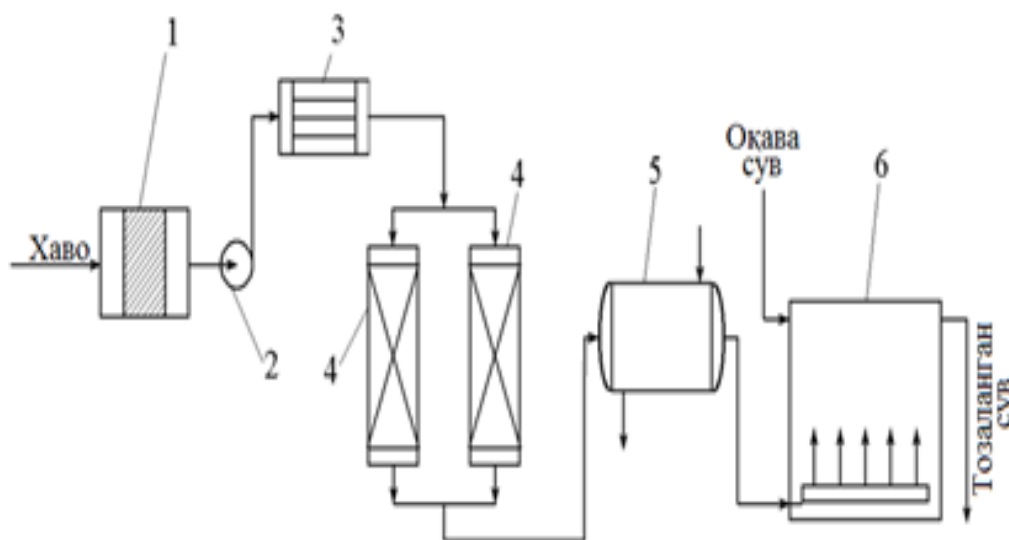
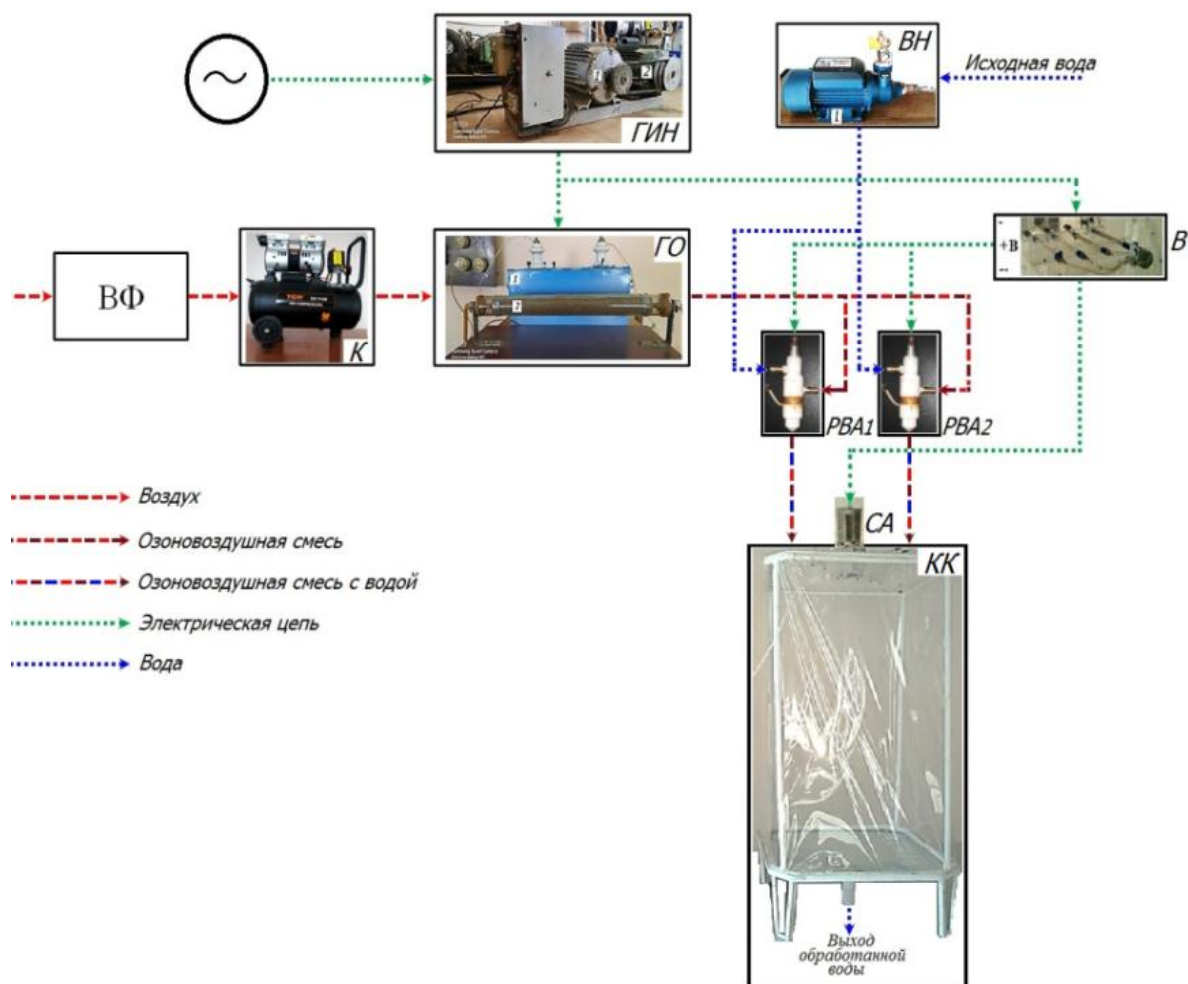


Рис.8. Существующая технология обработки питьевой воды озоном

Проведенными в 2015 и 2016 годах исследованиями установлено, что при использовании периодических импульсов напряжения скважностью более 5, на процесс электросинтеза озона практически не влияет температура обрабатываемого воздуха, также не наблюдается нагревание диэлектрического барьера. Поэтому из технологической схемы существующего способа обработки воды озоном можно исключить охладитель и осушитель (рис. 8). Вместо перечисленных элементов в технологическую схему добавляется генератор периодических импульсов напряжения. Кроме этого отпадает необходимость в охлаждении диэлектрического барьера. С учетом более высокого выхода озона следует заключение, что запланированные задачи для решения выполнены.

Научно – практический интерес представляет использование проточной технологии. Для этого предлагается использование электростатического распыления воды (рис. 9) для получения водного аэрозоля с однородной дисперсностью. Распыление воды производится подачей на распылитель озоносодержащего воздуха, что является первым этапом обработки.

Аэрозольные частицы воды в смеси с озоносодержащим воздухом подается в контактную камеру КК, где производится второй этап обеззараживания. Ввиду того, что плотность озона превышает плотность азота и кислорода, естественно озон будет размещаться в нижней части КК. Излишки газа будут удаляться через верхнее отверстие в крышке КК. На выходе контактной камеры устанавливался коронный сепаратор аэрозоля, поперечное сечение сепаратора аэрозоля 100x100 мм. По центру сепаратора озона устанавливается потенциальный электрод с коронирующими иглами.



ВФ – воздушный фильтр; К – компрессор; ВН – водяной насос
 ГИ – генератор периодических импульсов напряжения; ГО – генератор озона; В – выпрямитель; СА – сепаратор озонизации; КК – контактная камера; РВА – распылитель водной аэрозоли.

Рис. 9. Технологическая схема проточной обработки воды озоном

Производственные испытания экспериментальной установки для проточной обработки питьевой воды проводились на насосной станции питьевой воды ООО «Тошкент сув таъминоти» Кибрайского района на воде открытого источника (канал Бўз сув) и на воде артезианской скважины.

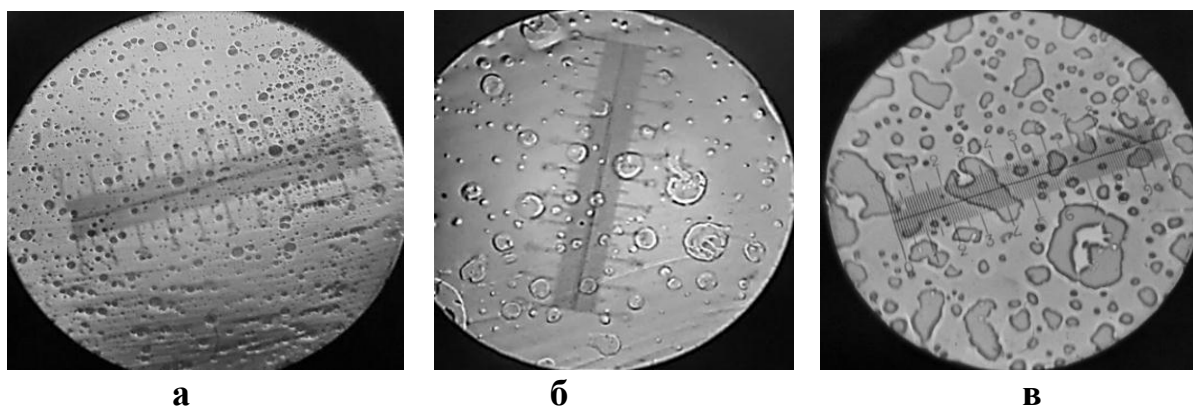
Исследования проводились для четырех вариантов:

- на незаряженной аэрозоли;
- на отрицательно заряженной аэрозоли;
- на положительно заряженной аэрозоли;
- на биполярно заряженной аэрозоли.

Перед проведением исследований проводился подбор расхода воздуха. Наилучшее распыление воды происходила при расходе воздуха равное $0.027 \text{ м}^3/\text{час}$, и расходе воды – 4 л/мин.

При подаче на распылители однополупериодное действующее напряжение равное 2.5 кВ, амплитуда напряжения 12.5 кВ. При большем напряжении наблюдались искровые пробои на индуцирующий заземленный стержень. При этих значениях импульсного напряжения проводились исследования. Параметры напряжения подаваемого на генератор озона такие же. При этом напряжении на выходе генератора концентрация озона была измерена озонометром GOz-150 и равнялась $73 \text{ г}/\text{м}^3$. Напряжения питания сепаратора аэрозоля, выпрямленного по схеме умножения напряжения следующие: постоянная составляющая напряжения 12,5 кВ; действующее напряжение – 15 кВ; амплитуда– 25 кВ.

Дисперсность распыленной воды определялась с помощью предметных стекол (рис. 10) покрытых смесью из 3 частей веретенного масла и одной части вазелина.



а – аэрозоль после электростатического распыления; б – аэрозоль после распыления с продуванием воздухом; в – аэрозоль без продувания воздухом (Одно деление визирной линейки соответствует 15 мкм).

Рис.10. Микрофотографии распыленной водной аэрозоли

При попадании частиц воды на поверхность обработанных предметных стекол, капли не расплывались, а имели форму почти идеальной полусферы. При распылении без приложения напряжения

дисперсность капель, измеренных микроскопов, лежит в пределах 50–800 мкм. При приложении напряжения отрицательной полярности дисперсность капель лежит в пределах 30-50 мкм. При приложении напряжения положительной полярности дисперсность капель равна 40-60 мкм.

По заключению сотрудников Ташкентского областного ЦСЭК после обработки воды открытого водоема (канала Бўз – Сув) по бактериологическим показателям отвечают требованиям Сан КМИ 0318, а после обработки воды артезианской скважины бактериологические показатели отвечают требованиям ГосСтРУ -950/2011(копии результатов анализов прилагаются).

Реальные оценки эффективности использования озона для процесса обеззараживания питьевой воды можно по экономическим показателям при одновременном учете улучшения качества обработки, уменьшении последствий воздействия хлорных соединений и остаточного хлора на организм человека. Последние показатели могут быть определены на основе статистической обработки результатов этих эффектов. Определение эффективности процесса обработки воды озоном велось по экономическим критериям.

Ввиду того, что экономическая эффективность может появиться за счет уменьшения расходов на заработную плату (сокращение штата) и покупку жидкого хлора, одновременно следует увеличение расходов на электроэнергию, новое оборудование, то в показатели насосной станции были внесены некоторые изменения. В частности затраты на заработную плату включают в себя различные начисления, премии, оплата за переработки и пр. Поэтому для сравниваемых вариантов был вычислен годовой фонд заработной платы согласно штатного расписания насосной станции.

Затраты на электроэнергию. При проведении испытаний установки на два распылителя озон поступал от одного генератора. Потребляемый ток составил 1,0 мА при действующем значении напряжения 11000 В, отсюда потребляемая мощность генератором озона составил 11 Вт. При производительности одного распылителя 2 л/мин, производительность двух распылителей 4 л/мин, или 0,24 м³/час. Мощность повышающего трансформатора 500 Вт, поэтому к одному генератору можно подключать озонатор с потребляемой мощностью 500 Вт. В этом случае производительность установки можно увеличить до 12 м³/час. При часовой производительности насосной станции 258 м³/час, мощность установок для обработки воды озоном составит

$$P_{O_3} = (P_{\text{нас}}/P_{\text{ум}})P_{\text{пр}} = (258/12) \times 0,5 = 10,75 \text{ кВт},$$

где $P_{\text{нас}}$ – часовая производительность насосной станции, 258 м³/час.

Заработная плата – (464964-75600) = 389364 тыс. сумм.

Другие расходы – (4087156-32959+34580) = 4046136 тыс. сумм.

Экономическая эффективность от использования способа обработки

воды озоном методом диспергирования.

$$\mathcal{E}_{\text{оз}} = \Pi_{\text{хл}} - \Pi_{\text{оз}} = 10258953 - 10184709 = 74244 \text{ тыс. сум.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Существующие способы электросинтеза озона имеют низкий энергетический к.п.д. и их использование предусматривает предварительную подготовку воздуха и охлаждение электродов и диэлектрического барьера.

2. Теоретически и экспериментально доказано, что при использовании периодических импульсов высокого напряжения с коэффициентом амплитуды более 5 резко увеличивается амплитуда напряженности электрического поля и соответственно мощность выделяемая в разрядном промежутке, одновременно резко увеличивается его проводимость с образованием низкотемпературной плазмы, сопровождаемая охлаждением промежутка и свечением в спектре ультрафиолетового излучения.

3. Разработаны устройства для питания генератора озона и других потребителей высокого напряжения периодическими и униполярными импульсами напряжения включающие электронный и машинный генератор импульсных напряжений.

4. Существующие технологии обработки питьевой воды являются периодическими и имеют низкую производительность. Исследованиями разработана проточная технология обработки питьевой воды озоном, проведены лабораторные и производственные испытания экспериментального и опытно-промышленных образцов. Санитарно – бактериологический анализ обработанной воды показал высокую эффективность разработанного способа.

5. Установлено, что при использовании биполярно заряженной водной аэрозоли происходит вторичное взаимодействие противоположно заряженных частиц аэрозоля, которое приводит к образованию туманообразного соединения, одновременно увеличивается степень очистки питьевой воды.

6. Установлено, что в канале разряда, при питании импульсным напряжением, мощность разрядной цепи генератора озона составляет 4600 Вт, а при питании синусоидальным напряжением 230 Вт. Данный факт требует тщательного теоретического и экспериментального доказательства.

7. Экономическая эффективность проточной технологии обработки питьевой воды озоном определялась по годовым эксплуатационным затратам, и для насосной станции питьевой воды ООО “Тошкент сув таъминоти” Кибрайского района составила 74244 тыс. сум.

8. Полученные результаты исследований по диссертационной работе позволят расширить области применения озонной технологии в сельском и водном хозяйствах.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03 / 30.12.12019.T.10.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY «TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND
AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS»**

**«TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS» NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY**

BABAYEV AZIZ GALIBOVICH

**DEVELOPMENT OF WATER TREATMENT TECHNOLOGY WITH
OZONE BY ELECTRODISPERSION METHOD**

05.05.07 – Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture

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

TASHKENT – 2022

The theme of doctoral (DSc) dissertation is registered at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2020.4.PhD/T1976

The dissertation was performed at «Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» National research university.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.tiame.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:	Muzafarov Shavkat Mansurovich Doctor of Technical Science, Professor
Official opponents:	Muxammadiyev Ashiraf Doctor of Technical Science, Professor Bayzakov Takhir Mirzanovich Candidate of technical science, docent
Leading organization:	Tashkent state technical university named after Islam Karimov

The defense of the dissertation will be held at ____ on «__» _____ 2022 year at the scientific council meeting DSc.03/30.12.12019.T.10.01 at the «Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» National research university (at the address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail:admin@tiame.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the «Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» National research university (registration number __). Address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79,e-mail:admin@tiame.uz.

Abstract of the dissertation is posted ____ 2022.
(Mailing Protocol No _____ dated ____ 2022)

B.S. Mirzaev
Chairman of Scientific Council on
awarding Scientific degrees, doctor of
technical sciences, Professor

U.T. Kuziev
Scientific secretary of Scientific Council
awarding scientific degrees, candidate of
technical sciences, docent

X.M. Muratov
Chairman of Scientific seminar under the
Scientific Council on awarding scientific
degrees, doctor of technical sciences,
Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research: Development of a method for increasing the energy efficiency of the ozone electrosynthesis process and development of a method for continuous treatment of drinking water by the dispersion method.

The object of research is the process of ozone electrosynthesis in a barrier discharge when fed with periodic voltage pulses and a continuous technological process of disinfection of drinking water with ozone.

The scientific novelty of research is as follows:

A new method of increasing the energy characteristics of the process of electrosynthesis of ozone using a gas-discharge low-temperature plasma has been invented;

it was found that when using periodic high voltage pulses, the dielectric barrier does not heat up and emits hard ultraviolet radiation, which in turn also synthesizes ozone in the surrounding space;

it was found that oscillatory processes in the ozone generator at low-temperature plasma lead to the generation of electrical energy, therefore, when the power consumed by the step-up transformer is 10 W, a power of about 80 W develops in the oscillatory circuit;

it was found that ozone can be synthesized in an ozone generator in two stages: first in the ultraviolet radiation zone, then in the low-temperature plasma zone;

a new method of continuous treatment of drinking water with ozone by the dispersion method was invented;

it was found that with bipolar charging of an aqueous aerosol, the processing efficiency increases.

The implementation of research results. Based on the results of studies on the development of a technology for treating water with ozone by the method of electrodispersion:

The installation for water treatment with ozone by the method of electrodispersion was introduced by LLC «Toshkent suv taminoti» of the Kibray district of the Tashkent region (Certificate of JSC «Uzsuvtaminot» dated July 28, 2021 No. 6/9 - 2035), which showed a high efficiency of disinfection of drinking water by the developed method.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 109 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (I часть; I part)

1. Музафаров Ш., Батырова Л., Бабаев А. Влияние диэлектрического барьера на напряжённость электрического поля разрядного промежутка генератора озона // *Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики.* – Ташкент, 2016. – №5. – С. 76 – 80. (05.00.00; №5)

2. Музафаров Ш., Батырова Л., Бабаев А. Анализ процессов в цепи питания генератора озона синусоидальным и импульсным напряжением // *Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики.* – Ташкент, 2017. – №1. – С. 70 – 74. (05.00.00; №5)

3. Музафаров Ш., Бабаев А. Схемы замещения генератора озона и зарядного преобразователя // *Энергия ва ресурс тежаш муаммолари.* – Ташкент, 2018. – № 3-4. – С. 154 – 157. (05.00.00; №21)

4. Babayev A., Muzafarov Sh., Balitskiy V. Stabilization of Discharge Processes in Electric Fields of Electric Filters // *International Journal Of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.* Volume 6, Issue 12. – India, 2019. Pp12276 – 12280. (05.00.00; №8)

5. Muzafarov Sh., Tursunov O., Kodirov D., Babayev A., Balitskiy V., Kilichov O., Abdukodirova M., Tasheva U. Substantiation of a method for increasing the efficiency of the electrosynthesis of ozone by using periodic voltage pulses // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – Tashkent, 2020. *Sci.*614012049. (IF – 0,42; Scopus; №3)

II бўлим (II часть; II part)

1. Бабаев А. Применение озона при хранении фруктов и овощей. / *Сборник научных трудов материалов международной научно-практической конференции: Проблемы инновационного и конкурентоспособного развития агроинженерной науки на современном этапе.* – Алм-Ата, 2008. КазНАУ, I-часть. – С. 204-206.

2. Бабаев А. Схема принципа работы электроозонатора и выбор его рабочих элементов / *Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариши учун юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари: республика илмий – амалий анжуман маърузалар тўплами, I-қисм.* – Тошкент, 2009. ТИМИ. –Б. 315-317.

3. Бабаев А. Повышение эффективности генератора озона с барьерным разрядом / *Сборник докладов международной научно – практической конференции Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса.* – Ташкент, 2015. ТИИМ. – С. 424 – 427.

4. Музафаров Ш., Бабаев А., Батырова Л. Влияние диэлектрического барьера на напряжённость электрического поля разрядного промежутка генератора озона / Материалы международной научно-практической конференции: Электротехнологии, оптические излучения и электрооборудование в АПК. – Волгоград – 2016. –С. 107-112.

5. Бабаев А., Батырова Л. Анализ существующей агротехники применения озона в сельском хозяйстве. // Агроиктисодиёт, Махсус сон. – Тошкент, 2019. –Б. 180 – 182. (08.00.00; №25)

6. Музафаров Ш., Бабаев А., Батырова Л. Проблемы и внедрение инновационных технологий в сфере подготовки питьевой воды // Агроиктисодиёт, Махсус сон. –Тошкент, 2019. –Б. 180–182. (08.00.00; №25)

7. Бабаев А., Музафаров Ш., Киличов О. Тўсиқли озонаторларини технологик хисоблаш // Агроиктисодиёт, Махсус сон. – Тошкент, 2020. – Б. 208 – 212. (08.00.00; №25)

8. Бабаев А., Музафаров Ш., Киличов О. Тўсиқли-юза разрядда озон ишлаб ишлаб чиқарилиши ва концентрациясини аниқлаш // Агроиктисодиёт, Махсус сон. –Тошкент, 2020. –Б. 254–259. (08.00.00; №25)

Автореферат «Ирригация ва мелиорация» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва унинг ўзбек, рус, инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди. (__. __. ____ й.)

Босишга рухсат этилди: _____ й.
Бичими 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
Гарнитурда рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,75 Адади: 100. Буюртма: № _____.

ТТЕСИ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шоҳжаҳон кўчаси, 5-уй.

