

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА
ЭНЕРГЕТИКА ВА АВТОМАТИКА ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.02.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

ИБРАГИМОВА ОЗОДА АБДУЛҲАҚОВНА

**УМУМИЙ ФАЗОВИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТ МАЙДОН
БОШҚАРУВИ ТИЗИМИНИНГ ҚУРИЛМАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва
қурилмалари (техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2016

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Ибрагимова Озода Абдулхақовна Умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимининг қурилмалари.....	3
Ибрагимова Озода Абдулхақовна Устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем.....	29
Ibragimova Ozoda Device management systems single spatial electromagnetic field.....	55
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	79

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА
ЭНЕРГЕТИКА ВА АВТОМАТИКА ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.02.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

ИБРАГИМОВА ОЗОДА АБДУЛҲАҚОВНА

**УМУМИЙ ФАЗОВИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТ МАЙДОН
БОШҚАРУВИ ТИЗИМИНИНГ ҚУРИЛМАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва
қурилмалари (техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2016

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 12.05.2015/В2015.1.Т466 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент темир йўл муҳандислари институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.tayi.uz) ва “ZiyoNet” таълим ахборот тармоғида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Амиров Султон Файзуллаевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Раджабов Тельман Дадаевич
ЎзР ФА академики, физика-математика фанлари доктори, профессор

Плахтиев Анатолий Михайлович
техника фанлари доктори, профессор

Абдуқаюмов Абдурашид Абдуқаюмович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Ўз Республикаси Фанлар академияси
Ион-плазма ва лазер технологиялари институти
қошидаги Махсус конструкторлик бюроси

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва Энергетика ва автоматика институти ҳузуридаги 16.07.2013.Т.02.01 рақамли илмий кенгашнинг 2016 йил «___»_март_соат ___10⁰⁰даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz).

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

Диссертация автореферати 2016 йил « » феврал куни тарқатилди.
(2016 йил «...» февралдаги рақамли реестр баённомаси).

Н.Р. Юсупбеков,
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси,
ЎзР ФА академики, т.ф.д., профессор

О.О. Зарипов,
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Ш.М. Гулямов,
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (Докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда янги технологияларнинг изчил ривожланиши натижасида электромагнит майдон бошқарув тизимининг воситалари ва қурилмаларидан фойдаланиш талаби кун сайин ортмоқда. Ҳозирги кунга келиб, дунё миқёсида ҳар йили ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг 2-3 фоизи ($4,7 - 7,1 \cdot 10^{11}$ кВт·соат) оқова ва ичимлик сувини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш жараёнида сарфланмоқда.

Дунёда мавжуд сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш, ичимлик суви, хўжалик, маиший ва саноат суви оқова чиқиндиларини қайта ишлаб сифатини ошириш, сувни тозалаш ва зарарсизлантириш технологияларини такомиллаштириш масалалари долзарб муаммога айланди. Ҳозирги вақтда дунёда 35 фоизга яқин оқова ва ичимлик сувини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш зарурати мавжуд. Сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш, ичимлик суви, маиший ва саноат суви оқова чиқиндиларини қайта ишлаш сифатини ошириш, сувни тозалаш ва зарарсизлантириш техник восита ва технологияларини такомиллаштириш бўйича комплекс чоратадбирларни амалга ошириш устувор вазифа ҳисобланади. Сувни тозалаш ва зарарсизлантириш технологияларининг асосий масалаларидан бири сувни зарарсизлантириш, тозалаш ва тузсизлантиришда фойдали иш коэффициенти, самарадорлиги катта ва ишлаш ишончлилиги юқори ҳамда энергия тежамкор бўлган технологияларни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Шу сабабли сувни анъанавий реагентли тозалаш ва зарарсизлантириш услуги кўп харажатли ва шу билан бирга кам самарали бўлиб, унда сув етарли даражада тозаланмайди ва зарарсизлантирилмайди ҳамда юқори ишончлилик ва иқтисодий самарадорликни таъминламайди. Келтирилган ҳолатлардан келиб чиқиб, юқори ишончлиликга эга бўлган энергия тежамкор, юқори самарали, универсал бўлган умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизими қурилмаларни ишлаб чиқиш, унинг асосида сувни тозалаш, зарарсизлантириш, тузсизлантириш ва юмшатиш долзарб масала ҳисобланади.

Ушбу аснода, илмий асосланган сувни электромагнит майдонда реагентсиз услубда тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш учун, умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимининг импульсли ва уюрмали электр, электромагнит, магнит ва гравитацион майдонли, айланувчан қурилмаларини ишлаб чиқиш, мукаммаллаштириш алоҳида аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2003 йил 21 июлдаги 320-сон «Сув хўжалигини бошқаришни ташкил этишни такомиллаштириш тўғрисида» ва 2004 йил 14 апрелдаги 183-сон «Сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш тўғрисида»ги қарорларида белгиланган вазифаларни муайян даражада амалга оширишда мазкур диссертация тадқиқоти хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур диссертация республика фан ва технологиялар ривожланишининг ППИ-3 – «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик» устувор йўналишига мос равишда бажарилган.

Диссертациянинг мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шархи. Сувни тозалаш ва зарарсизлантириш учун бошқарув тизим замонавий элементлари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар жахонни етакчи мамлакатларининг илмий марказлари ва университетларида, жумладан, Scientifically research university General Elektrik, Indiana Water Resources Research Center, Sea Tech .Inc, Watts Water Technologies. Inc (АҚШ), Company of Chint (Хитой), Company of SALHER, GE Automation (Германия), Centre of science Mitshubishi (Жанубий Корея), Centre of science HAWK (Буюкбритания), ООО «Аквафор-Трейдинг», Byreni ergo (Россия Федерацияси), Corporation of Honeywell, Wonderwage (Нидерландия), МОХАВВ (Дания) ва бошқа мамлакатларда самарали илмий изланишлар олиб борилмоқда ва натижалар амалиётга жорий қилинмоқда.

Электромагнит майдон бошқаруви тизимининг қурилмалари ёрдамида сувни зарарсизлантириш ва тозалашнинг техник восита ва технологияларини яратиш бўйича яқин йиллардаги олиб борилган жумладан: хўжалик, маиший ва саноат оқова сувларини арматураланган шиша полимерлари, механик панжара, тиндиргич, септиклар ва ихчамлаштирилган станция орқали тозалаш қурилмалари ишлаб чиқилган (Company of SALHER, Германия); ичимлик сувларини филтрлашда назоратловчи микропроцессорли бошқарув тизими, электр ўзгартиргичлари ва магнит параметрларини такомиллаштириш технологиялари таклиф этилган (Роса центр, Россия Федерацияси, ОАО «Конверсия», Дания; МОХАВВ, Россия Федерацияси); сув таъминоти бўйича корхона ва коммунал ташкилотлар оқова сувларини ультрабинафша нурлар технологияси асосида тозалаш тизими яратилган (Byreni ergo, Россия Федерацияси); коммунал оқова сувларини босқичма-босқич тозалаш технологияси ва суғориш ишларида қўллашнинг янги усуллари ишлаб чиқилган (Indiana Water Resources Research Center, АҚШ).

Умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимининг қурилмаси орқали тўғридан-тўғри қувурлардан ўтаётган сув оқимини бир вақтда тозалаш ва зарарсизлантириш билан бирга ундаги зарарли бактерия ва вируслардан тозалаш бўйича ҳамда хўжалик, маиший, саноат ва коммунал сувларни, тозалашдаги устувор йўналишларда илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш техник воситалари ва технологиялари энергетик самарадорлигини ошириш усуллари ишлаб чиқишга бағишланган сўнгги йиллардаги илмий-техник адабиётлар таҳлили ушбу соҳада аҳамиятли даражадаги назарий ва амалий натижаларга эришилганидан далолат беради.

Оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш техник воситалари ва технологиялари энергетик самарадорлигини ошириш ва энергия тежамкорлик муаммоларига бағишланган кўп сонли илмий ишлар эълон қилинган. Дунёнинг барча ривожланган мамлакатларида оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантиришнинг электрохимик, ультратовушли, мис ионлари орқали, электролизли, электрофлотацион, электрофорезли, электроагуляцияли, ультрақиска тўлқинли ток орқали тозалаш усуллари ва технологиялари ишлаб чиқилмоқда ва амалиётга жорий қилинмоқда. Бу соҳадаги турли назарий ва амалий масалаларга кўп сонли илмий монографиялар, тўпламлар ва мақолалар бағишланган. Бу соҳадаги муаммоларни ҳал қилишда турли мамлакатлар олимларининг, жумладан: Taniewska-Osinska Stefania, Palecz Bartłomiej, Anthony J. Whetltr, Kanarev Ph.M, Ю.П. Рассадкин, В.В. Сидоренков, М.В. Бобырь, В.С. Титов, С.Г. Емильянов, А.А. Шевяков, Р.В. Якевлева, И.А. Каляев, В.В. Коробкин, А.П. Кухоренко ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Юқорида келтирилган масалаларни ечиш борасида чет элдаги каби бизнинг мамлакатда ҳам алоҳида тадқиқот ишлари олиб борилган, жумладан: А.Р. Раджабов, М.И. Ибрагимов, А.С. Бердишев ва бошқа ўзбек олимлари томонидан ер ости ичимлик сувига электр ва магнит таъсирини қўллаб қишлоқ аҳоли пунктлари учун сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш технологияларини яратиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган. Аксарият тадқиқотлар ва ишланмалар фақат уларнинг бир қисминигина қамраб олган бўлиб, электромагнит майдон бошқаруви тизимининг самарали усуллари яратишнинг аниқ услубияти сифатида хизмат қила олмайди.

Лекин, оқова ва чиқинди сувларни умумий фазовий электромагнит майдон ёрдамида тозалаш ва зарарсизлантириш технологиялари ва техник воситаларини яратиш, хусусан, умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимининг қурилмалари орқали сувга реагентсиз ишлов бериш асосида уни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш самарадорлигини ошириш бўйича қўшимча илмий изланишлар олиб бориш талаб этилади.

Шунингдек, олиб борилаётган тизимли таҳлиллар, илмий-техник изланишлар сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантиришда умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимини қўллаб, оқова ва ичимлик сувларини юқори энерготежамкорлик, пухталиқ, катта самарадорлик билан ишлов беришга бағишланган илмий изланишлар деярли олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент темир йўл муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги қуйидаги амалий лойиҳаларда акс эттирилган: 86-сон «Электромагнит майдон ёрдамида сувни зарарсизлантириш комплекс тизими» (2004-2006 йй.), 98-сон «Сувни электромагнит майдон ёрдамида

зарарсизлантириш комплекс тизими саноат намунасини тайёрлаш» (2007-2008 йй.

Тадқиқотнинг мақсади умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизими ёрдамида оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш, тузсизлантириш қурилмаларини яратишдан иборат.

Белгиланган мақсадга эришиш учун қуйидаги **тадқиқот вазифалари** қўйилган:

оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш қурилмасидаги куч импульсли тизимлар ва бошқарув тизими қурилмаларини ишлаб чиқиш;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаси иштирокида оқова ва ичимлик сувларини тозалаш ва зарарсизлантириш ускунасининг янги конструкциясини яратиш;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаларини тадбиқ этиш;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимининг ижро элементлари қўзғатувчи чулғамлари параметрларини аниқлаш;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимининг асосий таснифлари қиёсий таҳлилини амалга ошириш;

Тадқиқотнинг объекти сифатида умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаларидаги электромагнит жараёнлар, оқова ва ичимлик сувларини тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш қурилмаларидаги куч импульсли тизимлар ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида электр ва магнит занжирлар назарияси, техник тизимларда ишончлилик назарияси, бошқарув тизимларининг турғунлик назарияси, экспериментал тадқиқот усуллари, математик статистика усуллари қўлланилган. Бошқарув тизимларининг схемалари, ундаги электромагнит жараёнлар ва тизимлар ишонччилигини тадқиқ этишда Electronics Workbench ва C++Builder дастурий маҳсулотлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

сувни импульсли электромагнит майдон ёрдамида тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш ускунаси учун тиристорли частота ўзгартиргич бошқарув тизимининг конструктив схемалари ва қурилмалари яратилган;

илк бор сувни реагентсиз, умумий фазовий электромагнит майдон ёрдамида тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш юмшатиш учун қурилмалар яратилган;

импульсли бўйлама электромагнит майдон, импульсли электр майдон, айланувчи электромагнит ва гравитация майдонлари ўзаро таъсирлашувчи умумий фазовий электромагнит майдон ҳосил қилиш мумкинлиги назарий асосланган;

илк бор сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш ускунаси учун бўйлама ва кўндаланг кўзгатиш чулғамларига эга бўлган умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизими қурилмалари ишлаб чиқилган;

сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш ускунаси учун импульсли электромагнит майдон уч фазали бошқарув тизими яратилган;

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

яратилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимининг замонавий қурилмаларини сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш ускуналарида қўлланилиши натижасида сувга ишлов бериш самарадорлиги ва ишлаш муддати 2 баробар, ишончилиги 1,4 баробар, фойдали иш коэффициентини 20 фоизга ортган;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимини катта фойдали иш коэффициентли ва пухталиликга эга бўлган мавжуд тизимлардаги камчиликлардан ҳоли бўлган сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантиришда таклиф этилган технологияда сувдаги фенолни концентрациясини 70 фоизга, бензопиринни 96 фоизга, нефть маҳсулотларини 40 фоизга, сувни зарарсизлантиришда колли-индекси 99 фоизга ва умумий микроблар сонини 97 фоизга камайтирилган;

умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими учун охиста пасаяовчи, охириги қисмида кескин пасаяовчи характеристикага эга бўлган қисқа туташув максимал токи билан чегараланган асосий манба яратилган;

сувни реагентсиз тузсизлантирувчи уч фазали импульсли электромагнит бошқарув тизимида сувга ишлов беришда самарадорлигини оширувчи қурилма яратилган.

умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизими қурилмалари энг рационал схемаларини танлашда турли хил омиллар таъсирини ҳисобга олувчи такомиллштирилган математик модели ишлаб чиқилган ҳамда бошқарув тизимлари ишончилигини ҳисоблаш алгоритми таклиф қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги электр ва магнит занжирлар назарияси ҳамда техник тизимларда ишончилик назариясининг мос бўлимлари асосида ишлаб чиқилган адекват математик моделларга асосланган замонавий тадқиқот методларини қўлланилиши билан таъминланган. Лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида олинган тажриба ва ҳисоб маълумотларининг қиёсий таҳлили ва уларнинг ўзаро мослиги тадқиқот натижаларини ишончилигини тасдиқлайди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларнинг илмий аҳамияти умумий фазовий электромагнит майдонга асосланган назариядан фойдаланиб, нозиклик механик эквиваленти майдон энергиясига боғлиқ бўлган сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш тавсия этилганлиги, таклиф этилган механик эквивалентнинг майдон энергиясига боғлиқлигидан маълум бўлган барча ўзаро (электромагнит, гравитация, кучли ва кучсиз) таъсирларни ҳисоблаш кўрсатилганлиги, умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими учун ток манбаи схемаси таклиф этилганлиги, кичик

токларда умумий фазовий электромагнит майдон камаювчи кўринишга эгаллиги, токни ортишида эса қурилмадаги кучланиш пасайиши аниқланганлиги, умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимининг ясси камаювчи таснифга эгаллиги, охириги қисми тезкор камаювчили қисқа туташувли максимал токни чегараловчи асосий ток манбаи аниқланганлиги ва асосланганлиги, умумий фазовий электромагнит майдон ишлаши учун ўта зарур бўлган мўтадил кучланишли вольт-ампер таснифи қисми аниқланганлигидан иборат.

Диссертация натижаларининг амалий аҳамияти яратилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаси ёрдамида сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш учун қўлланилиши натижасида технологик жараёнга сарф бўладиган электр энергияси 10 баробаргача камайиши ҳамда ишлаш ишончлилиги 40 фоизга ва фойдали иш коэффициенти 20 фоизга ортиши билан изоҳланади. Буларнинг натижасида асосий техник параметрлари ортади ва маълум миқторда иқтисодий самара беради.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Илмий-тадқиқот натижалари асосида ишлаб чиқилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаси темир йўл тизими ва бошқа корхоналарда амалиётга жорий қилинган («Ўзбекистон темир йўллари» акциядорлик жамиятининг 2015 йил 15 декабрдаги НГ/3893-15- сон маълумотномаси). Яратилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаси қўлланилиши сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш технологияси ишончлилиги 1,4 баробарга, фойдали иш коэффициенти 20 фоизга ва ишлаш муддатини икки баробарга оширилишига эришилиб, йиллик иқтисодий самара 67 млн. сўмни ташкил этган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг асосий назарий ва амалий жиҳатлари қуйидаги халқаро ва миллий семинарлар ва конференцияларда муҳокама қилинган: «Инновация – 2012, 2014»; (Тошкент, 2012й, 2014й); «Замонавий босқичда Транссибнинг ривожланиш инновацион омиллари», Сибир давлат темир йўл университети (Новосибирск, 2012й); Seventh World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation – WCIS – 2012, WCIS – 2014, b – Quad rat Verlag. – (Tashkent , 2012, 2014); “Замонавий алоқа воситалари”, (Минск, Белоруссия Республикаси 2013); “Замонавий техника ва технологияларнинг актуал масалалари”, Россия Федерацияси (Липецк, 2013г, 2015г); халқаро илмий-техник конференцияларда (Киев, 2015).

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 40 та илмий иш, жумладан, 1 та монография, илмий журналларда 19 та илмий мақола, шундан 16 та миллий илмий журналларда, 3 та хорижий журналларда, шунингдек, халқаро ва миллий илмий конференциялар материаллари тўпламларида 21 та маъруза тезислари эълон қилинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация кириш, беш боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, 192 саҳифадан иборат матн, 60 та расм, 9 та жадвал ва иловалардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари шакллантирилган, республика фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш ҳолати, ишнинг апробация натижалари, эълон қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи боби **«Импульсли электромагнит майдонли бошқарув тизимини таҳлили»**да мавжуд бўлган импульсли электромагнит майдони бошқарув тизими қурилмаларини таҳлили асосида умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими бажарувчи элементи қурилмаси ҳақида умумий тушунча масалалари ўрганилган.

Суюқликларни ва суюқлик оқувчи маҳсулотларни импульсли электромагнитли ишлов беришда сув оз миқдорда тозаланади, ишлаб чиқариш миқдори ҳам кам бўлиб, энергия нисбий сарфи катта бўлади.

Сувни тозалаш мавжуд услублари ва қурилмаларини қиёсий таққослаб, таҳлил қилиб, сувга ишлов беришда, электромагнит майдони таъсирини ошириш учун кўндаланг магнит майдонини қўллаб, уни куч чизиқлари суюқлик оқимининг йўналишига перпендикуляр ҳамда диэлектрик қувурнинг ўртасида жойлаштирилган металл ўзак содир қиладиган уюрма электр майдони, қўйилган масала ечимининг топиш йўллари аниқланди.

Юкламадаги кучланишни ўзгартиришнинг кенг импульсли ва фазали услублари анализ қилинган.

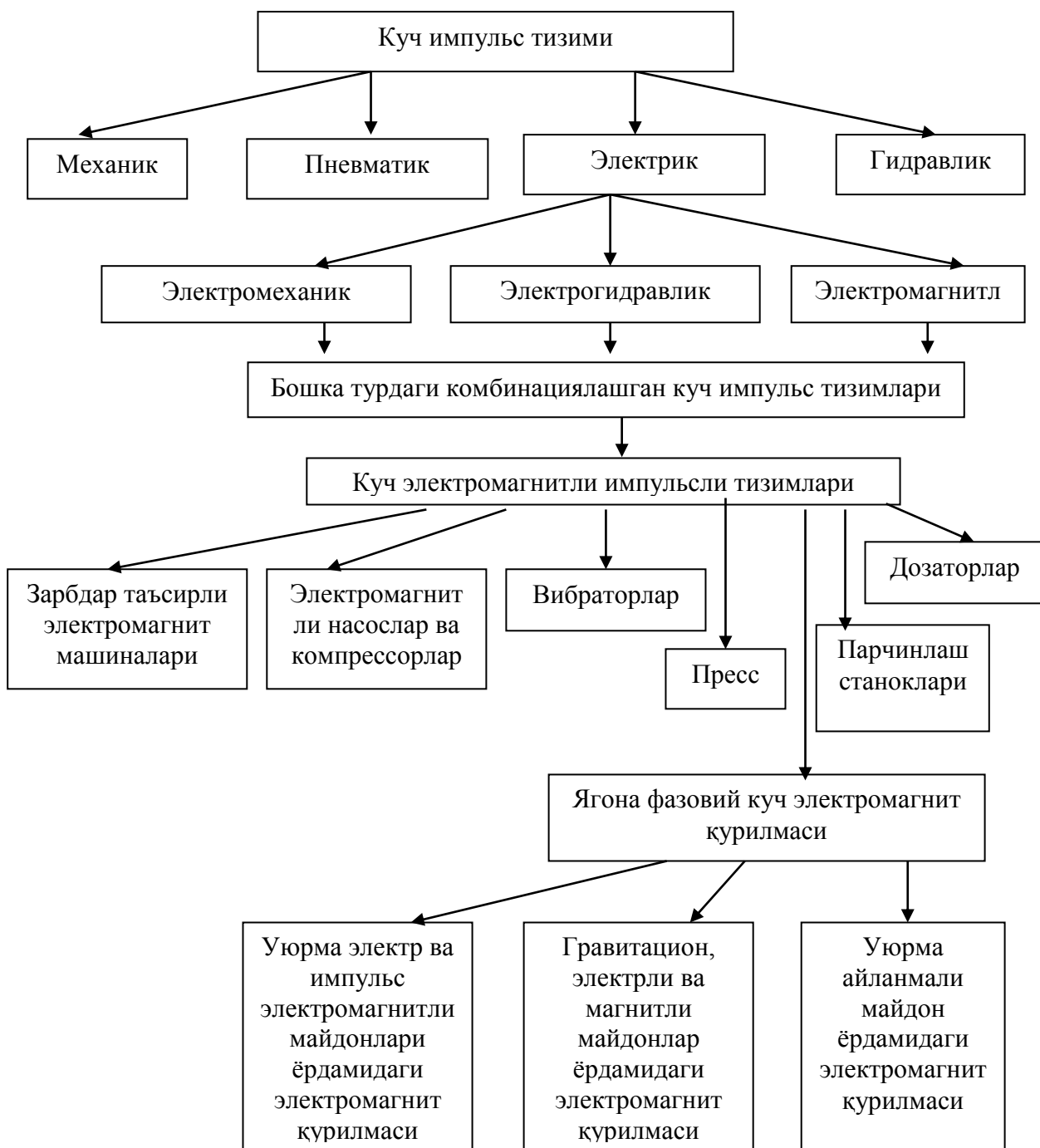
Қўйилган мақсадга мувофиқ адабиётларни кўриб чиқиб ва таҳлил натижаларидан келиб чиқиб, тадқиқотнинг асосий масалалари шакллантирилган.

Диссертациянинг иккинчи боби **«Умумий фазовий куч электромагнитли қурилмаларни тадқиқ қилиш»**да бирликдаги умумий фазовий куч электромагнитли қурилманинг яратилишига бағишланиб, бунда импульсли ва уюрма электрмайдонли; электромагнитли электрли, магнитли ва гравитацион майдонли; айланма уюрма майдонлилардан фойдаланилади.

Умумий фазовий электромагнит ва куч электромагнитли импульсли тизим синфи тузилди (1-расм). Кўриб чиқиладиган куч электромагнит Умумий фазовий электромагнит қурилмаси импульсли куч электромагнитли тизимга тегишли бўлиб, уларнинг параметрлари бошқарувчи қурилма таъсирида ўзгаради. Энергиянинг фойдаланишига ва энергия таъминотига кўра куч импульсли тизимлари пневматик, гидравлик, электрли, электрогидравлик, электромеханик, электромагнитли ва бошқа комбинацияли куч импульсли тизимларга бўлинади.

Кўриб чиқиладиган куч электромагнитли умумий фазовий электромагнит қурилмаси куч электромагнитли импульсли тизимга тегишли бўлиб,

бошқарув таъсирида параметрлари ўзгариб қуйидагиларга бўлинади: импульсли электромагнитли ва уярма электр майдонли электромагнит қурилмаси.



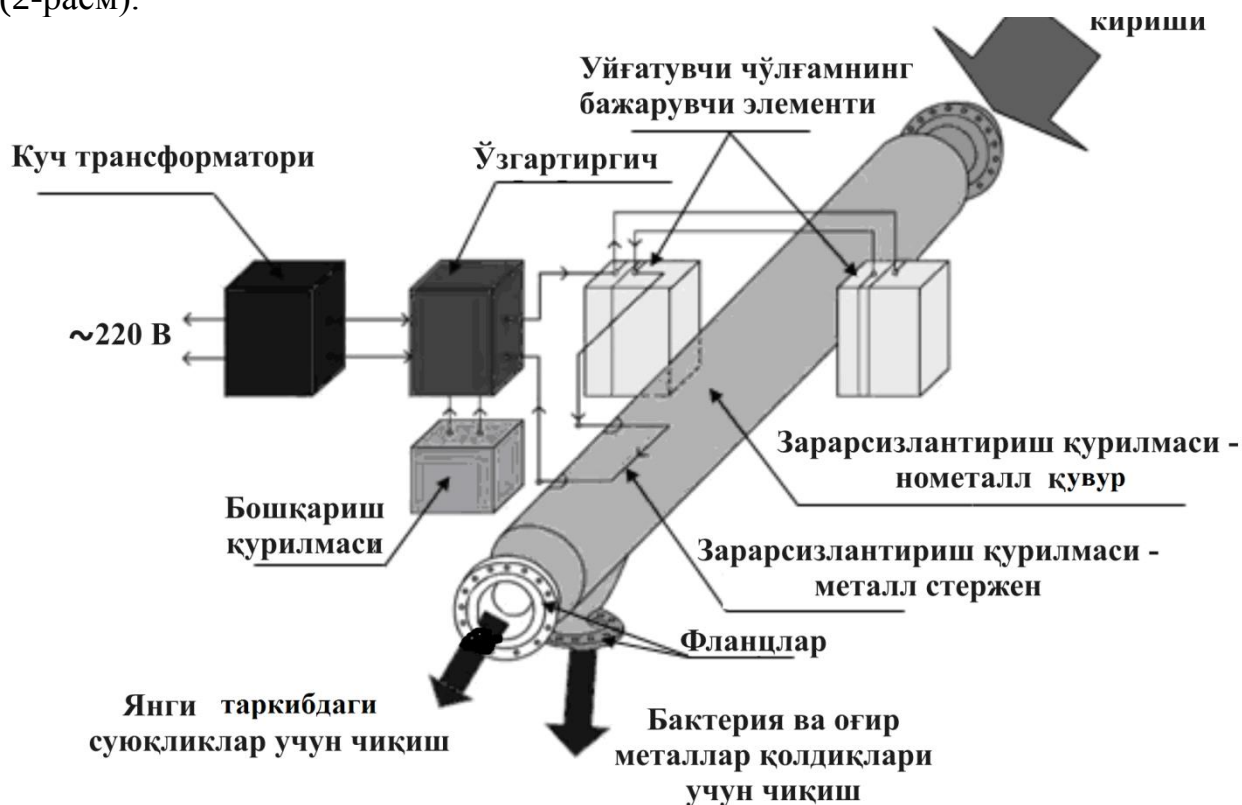
1-расм. Куч электромагнитли импульсли тизимнинг таснифи

Электромагнитли, электрли, магнитли ва гравитацион майдонли электромагнит қурилмаси; Айланма уярма майдонли электромагнит қурилмаси.

Ишлаб чиқилган сувни зарарсизлантириш услубларининг импульсли электромагнитли барча вариантлари конструкцияларнинг тахлилидан кўринадики, пухталиги, катта фойдали иш коэффициентли турғунлиги билан

таклиф этилаётган умумий фазовий электромагнит бошқарув тизими қурилмаси бажарувчи элементни уйғотувчи чулғамида импульс кучланишини маълум ораликда бошқаришни таъминлайди.

Қурилма қуйидаги блоклар ва қисмлардан ташкил топган: куч трансформатори; ўзгартиргич; бошқарув тизими; уйғотувчи чулғамли бажарувчи элемент; нометалл қувурли сувни зарарсизлантирувчи қурилма; металл стержен кўринишли бажарувчи элемент; фланец; суюқлик кириши; янги таркибдаги сувнинг чиқиши; қолдиқ бактерия ва металлларнинг чиқиши (2-расм).



2-расм. Умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимини сувни зарарсизлантириш қурилмасининг конструкцияси ва блоклари

Бир вақтнинг ўзида сувни умумий фазовий электромагнит майдони ёрдамида зарарсизлантириш, тузсизлантириш ва иситиш тадқиқотчи томонидан таклиф этилаяпти. Водород икки атоми орбитал электронлари ва кислороднинг бир атоми ўз атрофида бир жинсли бўлмаган кучли электр майдонини содир этади. Кучланганлик градиенти катта бўлган жойини манфий ҳудуд, кичик қисмини эса—мусбат ҳудуд деб қараймиз.

Маълумки манфий зарядлар устки қисмга жойлашади. Сувда манфий зарядлар ортиши билан у шунчалик кислородга тўйинади.

Сувни манфий зарядлар (кислород) билан тўйинтириш учун уюрмали электр майдонидан фойдаланилади. Уларда манфий зарядларнинг ҳаракати бурама-пармали чизик бўйлаб ҳаракатланади. Ушбу майдон таъсирида кислородга тўйинган тоза сув, қувурли идишдан чиқарилади.

Магнит майдон индукцияси 6Тл атрофида бўлиб, электр майдони эса 100В/м атрофида бўлади. Сувни тузсизланиши ҳам шунга ўхшаш содир бўлади.

Фильтрга эга бўлган қувурли идишдан махсус чиқиш қисмидан оғир металлари чиқарилади. Шунингдек, чиқиш қисмидан тозаланган, тузсизлантирилган ичимлик суви чиқади.

Электромагнит нурланишининг инфрақизил ва ёруғлик диапазонида иссиқлик энергияси фотонларга эга. Импульсли электромагнит таъсирида сув молекулалари кавитацияси содир бўлади, яъни ҳаво газидан пуфакчалар ҳосил бўлади. Натижада сувнинг ички энергияси ортиб, унинг температурасини ортишига олиб келади. Таъкидлаш лозимки, электроэнергиянинг кичик миқдордаги сарфида ҳам етарли даражада иссиқлик энергияси ортади. Масалан, 200 мм –ли, бўйи 3м-ли қувурда, электроэнергияни 7,2 кДж бўлганида, чиқишда иссиқлик эквивалентида 19,4 кДж бўлиб, температура 20°С дан 80°С гача ортади.

Куч трансформатори, иккита индуктивлик ғалтакни ўзаро параллел ва кетма-кет, у билан кетма-кет уланган металл стерженни озуклантиради. Бошқарув тизимидан импульслар тиристорни очиб, индуктив ғалтакдан 120А ток оқади. Қувурдан сув (0,2 – 0,4) м/с тезлик билан оқади.

Индуктивлик ғалтаклари кўндаланг электромагнит майдонини ҳосил қилади. Майдон томонидан қўшимча босим ҳосил қилувчи куч таъсир этади. Ушбу босим ҳисобига сув молекулаларининг орасидаги масофа ортади, натижада эса микроблар ва микроорганизмлар тушадиган соҳа ҳосил бўлади. Сўнг, сув стержен ҳосил қиладиган уюрмали майдонга тушади. Электр майдони соҳаси пуфакчаларга таъсир этиб, микроблар ўлади ва сув кислород ионлари билан таъминланиб, стерженда айланади, нисбатан йирикроқ заррачалари қувур остига чўкиб, қувурга 45° ли қўшимча чиқишдан чиқариб ташланади. Тозалаш интенсивлигини импульслар частотасини ва қувур кенглигини ўзгартириб амалга ошириш мумкин. Ушбу мақсадда қувурнинг ўтиш қисмларида махсус ўтишлар ёрдамида қувурнинг кириш ва чиқиш диаметрларини ўзгартириш мумкин. Токнинг амплитудасини куч автотрансформатори ёрдамида амалга оширилиши мумкин.

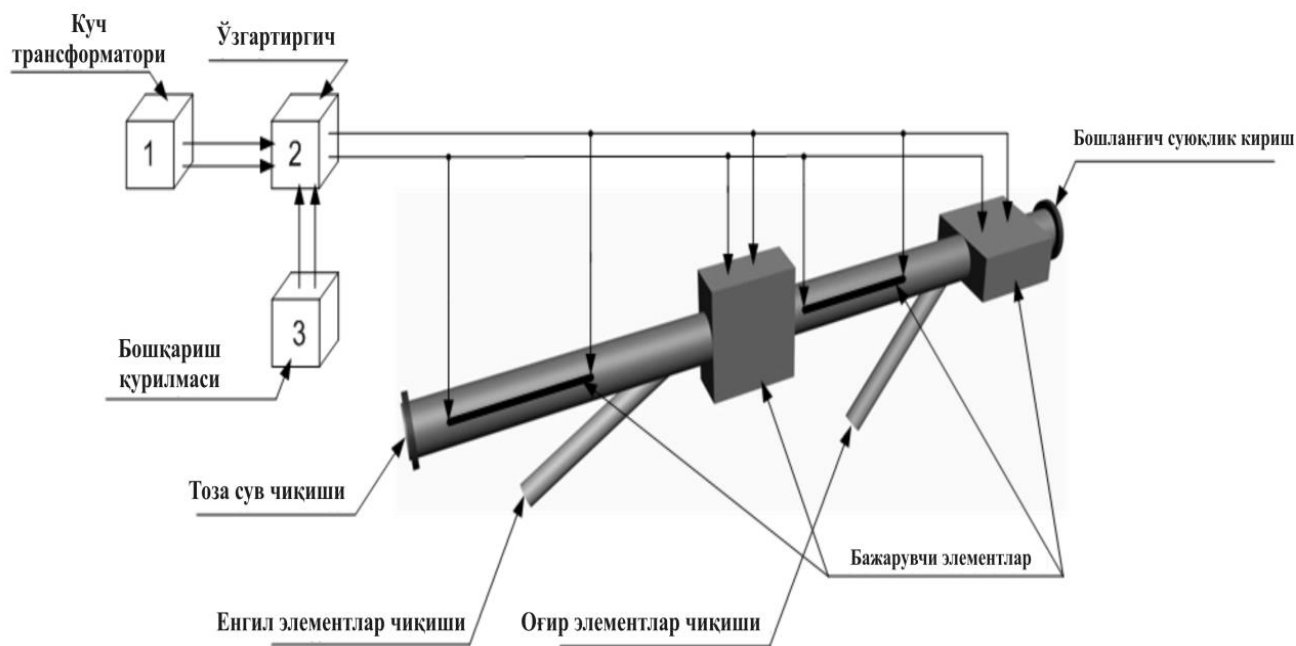
Тавсия этилаётган мукаммаллаштирилган умумий фазовий электромагнит бошқарув тизими қурилмасининг тажриба намунасини чизма кўриниши 3-расмда келтирилган. У сувни реагентсиз зарарсизлантириш ва тозалаш учун бағишланган бўлиб, энергетик, техник-иқтисодий ва эксплуатацион таснифлари мукаммаллашган.

Импульс генератори қуйидаги функционал блоклардан иборат: бир вибратор, частота бўлувчи, қувват кучайтиргич, тиристорни манбаи, мословчи трансформатор.

Таклиф этилаётган услуб, импульсли паст энергетикли электр разряди таъсирида сувни тозалашга асосланган.

Таклиф этилган услуб нисбатан бактерицид таъсири юқорилиги билан, кичик энергия сарфлилигига кўра юқори кучланишлидан фарқли.

Паст энергетик разрядли таъсирли бактерицид самарадорлигининг ишчи кучланиш қийматига тескари пропорционаллиги исботланган.



1 – куч трансформатори; 2 - ўзгартиргич; 3 – бошқарув тизими; бошланғич суюқлик кириши; тоза сув чиқиши; енгил элементлар чиқиши; оғир элементлар чиқиши.

3-расм. Яратилган бошқарув тизими тажриба намунасининг схематик кўриниши

Тажриба-синовларининг кўрсатишича, таклиф этилаётган технологияда сувдаги фенолнинг 70 фоиз, бензопиренининг 96фоиз, нефт маҳсулотларининг 40 фоиз концентрацияларини камайтирди. Сувни зарарсизлантириш колли-индекси бўйича 99 фоизни, умумий микроблар сони –97фоизни ташкил этди.

Ушбу технология қуйидагиларни таъминлайди:

- сувни реагентсиз дезинфекциялайди;
- микроорганизмларнинг барча турларини йўқ қилади, шунингдек вирусларни ва спораларни ҳам;
- сут ва суюқ сутли маҳсулотларни стерилизациялайди;
- сокларни стерилизациялайди.

Асосий техник кўрсаткичлари:

Қувурга сувнинг кириш тезлиги (м/с).....	(0,2 – 0,4)
Уйғотувчи чулғамдаги пульсацияли ток (А).....	(80 – 300)
Куч трансформаторининг кучланиши (В).....	~ 220
Ўзгартиргичнинг частота диапазони (Гц).....	(50 – 25)
Уйғотувчи чулғамнинг чулғамлар сони.....	2×400
Ўлчамлари.....	6×0,5×0,5
Қувурнинг диаметри, (м).....	0,2
Массаси, (кг).....	500

Умумий фазовий электромагнит майдон назарияси тўрт хил майдоннинг ўзаро таъсирларини назарда тутди: импульсли кўндаланг электромагнит майдони, импульсли электр майдони, айланма электромагнитли ва гравитацион майдон.

Маълумки, суюқлик оқаётган ихтиёрий кесимдаги қувурнинг оғирлик маркази нолинчи ҳисобдан h баландликда бўлиб, Бернулли қонуни бажарилади. Энергетик нуктаи назарида P босим бирлик ҳажмдаги ташқи кучлар бажарган ишдир

$$W = \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}, \quad (1)$$

бу ерда ρ – суюқлик зичлиги,

v – ушбу қувурнинг кесими бўйлаб ҳаракат тезлиги,

g – айланаётган суюқликнинг инерция моменти,

ω – суюқлик айланишининг бурчак тезлиги.

Берк кенгликда жойлашган сув (ўтказгич бўлмаган қувурда) бирлик кенгликдаги майдон томонидан босимга эга бўлиб, у ташқи юза бирлигига мос равишда қуйидагига тенг бўлади:

$$F = \frac{\mu_0 H_0^2}{2}, \quad (2)$$

бу ерда

F – бирлик кенглик майдони томонидан таъсир этувчи куч,

H_0 – майдон кучланганлиги.

Бошқа томондан эса:

$$F = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 a^2}, \quad (3)$$

бу ерда a – қувур радиуси.

Лекин майдон босимини намоён этувчи Максвел тушунчаси ўта расмийдек туюлади. Бизга соддароқ ва аниқроғи бундай босимнинг содир бўлишини бирлик кенглик майдони ҳамда ҳаракатдаги заряд токининг ўзаро таъсирида тасаввур қилсак.

Сувнинг молекуласи катта дипол моментига эга $P_e = 6.1 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot \text{м}$,

шунинг учун молекулалар оралиғида ($r = 1 \text{ Å} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$), суюқликларда унинг атрофида кучли электр майдони содир бўлади. Бу ҳол электр диссоциациясига сабаб бўлади.

Оқибатда бирлик кенгликдаги майдон сувдаги диссоциацияни кучайтиради, икки атом водород ва бир атом кислород-сувнинг орбитал электронлари ўз атрофида кучли бир жинсли бўлмаган электр майдонини ҳосил қилиб, сувни ва ундаги бирикмаларни элементларга ажратади.

Ушбу жараён айланма электромагнит майдони ҳисобига кучаяди. Маълумки, ампер кучининг босим кучига нисбати Стюарт критериеси деб аталади.

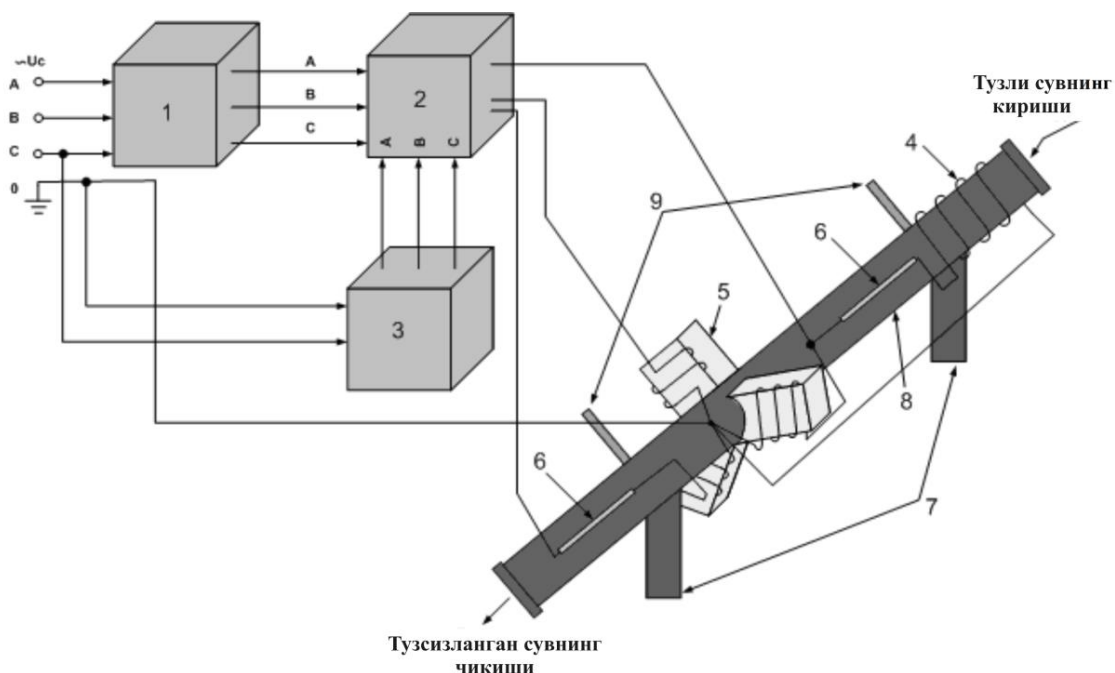
$$N = \frac{\gamma \cdot B^2 \cdot \ell}{\rho \cdot v}, \quad (4)$$

Бу ерда

γ – суюқликнинг нисбий ўтказувчанлиги,

B – магнит майдон индукцияси,

ℓ – суюқликнинг қувурдаги узунлиги.



1– уч фазали ток манбаи; 2 – ўзгартиргич – уч фазали импульсли генератор; 3 – уч фазали бошқарув тизими; 4 – уйғотувчи чулғам - соленоид кўринишидаги бажарувчи элемент; 5 – уйғотувчи чулғам - уч фазали чулғамли бажарувчи элемент; 6 – иккита металл стержени; 7 – енгил ва оғир элементларнинг чиқиши учун чиқиш қисми (бири енгил элементларнинг чиқиши учун, иккинчиси эса оғир элементларнинг чиқиши учун); 8 – нометалл қуйма қувур; 9 – сув таркибидан чиқиб қувурда йиғиладиган газларни чиқариш учун иккита газгольдер; тузли сувнинг кириши; тузсизланган сувнинг чиқиши.

4-расм. УФЭМК тузилиш схемаси

Ампер кучини қаршилик кучи билан таққосланиши бизга Гартман критериесини беради:

$$M = \sqrt{\frac{F_A}{F_{TP}}} = Bl \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}} \quad (5)$$

Бу ерда η – суюқликнинг ёпишқоқлик коэффиценти.

Агарда, суюқлик бирлик кенгликдаги кўндаланг майдонда оқаётган бўлса Гартман ёки Стюарт кичик сонлида майдон оқим характериға кучсиз таъсир этади ва ҳаракат қаршилиги асосан суюқликнинг қовишқоқлиги ҳисобига содир бўлади.

Стюарт ёки Гартман катта сонлида, суюқликнинг қовушқоқлиги иккинчи режаға ўтади ва ҳаракат қаршилиги асосан бирлик кенгликдаги майдон билан суюқликнинг ўзаро таъсиридан содир бўлади. Ушбу жараён

сув молекуласи кавитацияси айланма электромагнит майдонида кучаяди. Натижада сув манфий зарядланган кислород ионлари билан тўйинади, яъни у тоза бўлади.

4-расмда биз томонимиздан ишлаб чиқилган сувни тозалаш, зарарсизлантириш ва тузсизлантириш қурилмаси келтирилган.

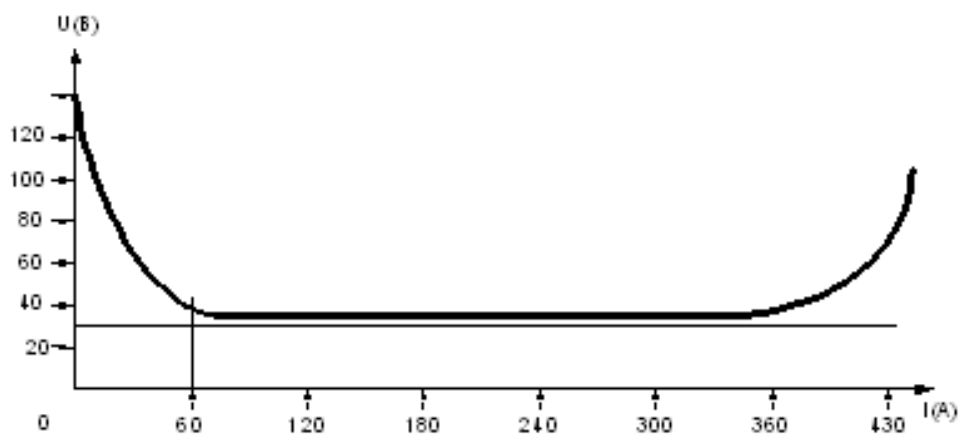
Электромагнитнинг турли ташқи таъсири ҳисобига импульсли электромагнит майдони ферромагнитли, парамагнитли, ва диамагнитли материалларга қувурнинг шохобчасидан ва газгольдердан инсон учун зарарли бўлган элементлар ташқарига чиқарилиб юборилади.

Шу аснода бирлик кенгликдаги майдон сувни тозалайди, зарарсизлантиради ва тузсизлантиради. Кучланиш импульсининг частотасини, импульс кенглигини, ва амплитудасини ўзгартириб, уни характерини ва таркибини ўзгартириши мумкин.

Диссертациянинг учинчи боб «Умумий фазовий электромагнит майдонини бошқарув тизимини яратиш»да умумий фазовий электромагнит майдони бошқарув тизимини яратишга бағишланиб, умумий фазовий электромагнит майдон қурилмасининг ток манбаини қуриш ва қурилмада содир бўладиган жараёнлар тахлилига бағишланган.

Умумий фазовий электромагнит майдон характеристикасидан маълум бўлдики, тахминан 80 А гача характеристикада кучланиш камайишига эга ток ортиши билан шу қисмида кучланиш пасаяди. Ушбу умумий фазовий электромагнит майдон керакли хусусиятидан бошқарув қурилмасини яратишда фойдаланилди. Умумий фазовий электромагнит майдон чиқиш кучланишини ошириш ва максимал электромагнит майдонини ҳосил қилиш мақсадида, одатда, осцилляторлар ва турли қурилмалар қўлланилади.

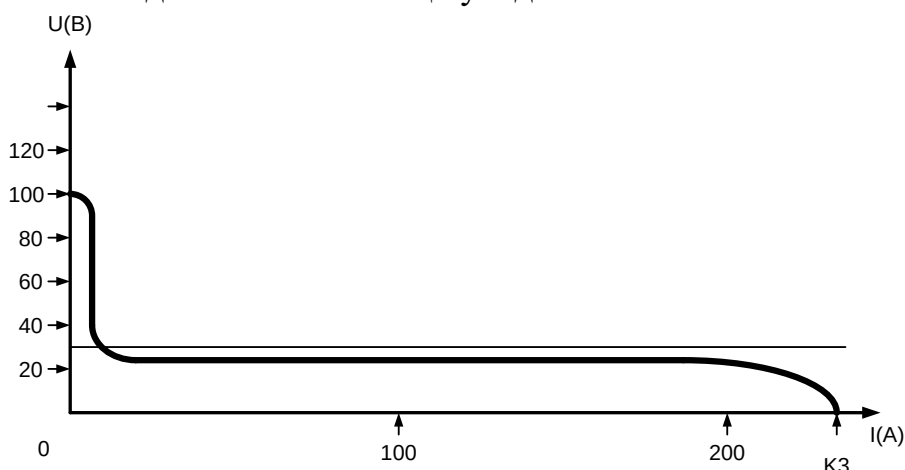
5-расмда умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими вольт-ампер характеристикаси келтирилган.



5-расм. УФЭМ бошқарув тизими вольт-ампер характеристикаси

6-расмда кўриб ўтилган умумий фазовий электромагнит майдон учун 100А токдан кичик қийматлардаги вольт-ампер характеристикаси келтирилган. Умумий фазовий электромагнит майдон манбаининг характеристикаси ушбу қисмида умумий фазовий электромагнит майдон

характеристикасига ўхшашлиги билан унинг турғунлиги умумий фазовий электромагнит майдон ишига боғлиқ бўлади.



6 - расм. Бошқарув вольт ампер характеристикаси

Умумий фазовий электромагнит майдон асосий манбаи охиста пасаяувчи, думли қисмида кескин пасаяувчи характеристикага эга бўлиб, қисқа туташув $I_{кз}$ максимал ток билан чегараланади. Салт ишлаш режимида юқори чиқиш кучланиши умумий фазовий электромагнит майдоннинг мўътадил ва турғун ишлашини ҳамма режимларда таъминлайди.

Тахминан 60 А дан бошлаб, 300 А гача қисми (5– расм) вольт-ампер характеристикасининг кучланиш меъёрлаштиргичи бўлиб, умумий фазовий электромагнит фаолияти учун мосдир. Ушбу қисмидаги умумий фазовий электромагнит кучланиши ток қиймати ўзгаришига боғлиқ бўлмай, балки қурилманинг бажарувчи элементи – уйғотувчи чулғамининг конструктив хусусиятига ва умумий фазовий электромагнитдаги мис стерженга боғлиқ бўлади.

Бу кучланишни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$U_y = U_k + U_c, \quad (6)$$

бу ерда U_y -кучланиши умумий фазовий электромагнит, В;

U_k -уйғотувчи чулғамдаги кучланиш В; U_c - стержендаги кучланиш, В;

Умумий фазовий электромагнит майдон уйғотувчи чулғамидаги кучланиш:

$$U_k = IR_k, \quad (7)$$

бу ерда $R_k = 0.32 \text{ Ом}$ —уйғотувчи чулғам қаршилиги; $I = 80 \text{ А}$ —уйғотувчи чулғамдаги ток.

Умумий фазовий электромагнит майдон умумий кучланиши:

$$U_y = (80 \times 0.32) + 12 = 37.6 \text{ В}. \quad (8)$$

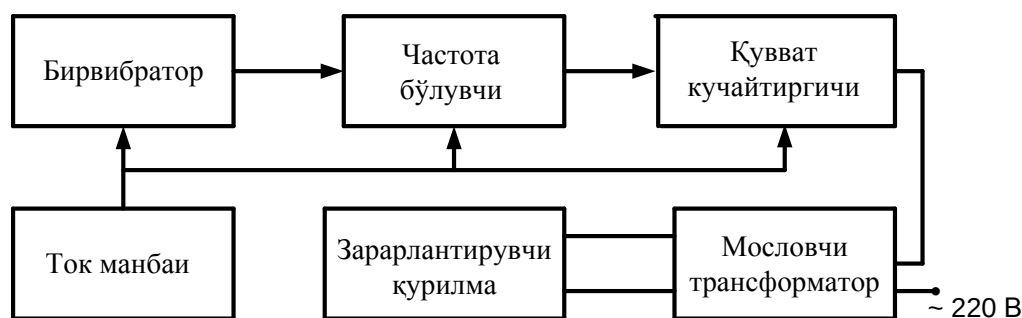
Умумий фазовий электромагнит майдоннинг турғун ишини $I = 80 \text{ А}$ дан I максимумгача оралиқда, 37,6В кучланишдан кам бўлмаган кучланиш таъминланиши ҳамда умумий фазовий электромагнит майдоннинг мўътадил

ишини таъминлаш учун эса бошқарув кучланиши (46÷52)В бўлишлиги аниқланди.

Бажарувчи элемент – уйғотувчи чулғамдаги талаб этилган бошқарув кучланиши ва токи ҳамда бошқарувчи тиристорда фазанинг тасодифий ўзгариши муаммосини эътиборга олиб тиристорни бошқарув схемаси таклиф этилган. Бошқарув частотаси аррасимон генератор импульси – (АГИ)

бир – бирдан 180 эл. градусга силжиган ҳолда шакллантирилади.

Таклиф этилган импульсли генератор (7–расм) куйидаги функционал бўлаклардан ташкил топган: бир вибратор, частота бўлувчи, қувват кучайтиргич, ток манбаи, мословчи трансформатор ва соленоид – уйғотувчи чулғам, зарарсизлантирувчи қурилма.



7- расм. Импульсли генератор бошқарув қурилмаси функционал схемаси

Электромагнит фойдали иш коэффицентини тадқиқ этилишида электромагнитнинг импульсли кучланиш шаклини қирқимли ярим синусоида кўринишида қирқим бурчаги θ нинг турли қийматларида вариацияланади. Олди фронт бурчаги θ қирқими нолдан 45° гача, орқа фронти эса -180° дан 120° гача.

Ҳар бир янги қирқим бурчаги импульс шаклини ўзгартиради. Бундан келиб чиқадики, импульслар шаклининг сони амалда учта эмас, балки қирқим бурчагининг вариация сонига тенг.

Диссертациянинг тўртинчи боби «**Бирлик кенгликдаги электромагнит майдонининг бошқарув тизими қурилмасини тадқиқ этиш**»да бошқарув тизими қурилмасининг назарий ва амалий тадқиқотига бағишланган.

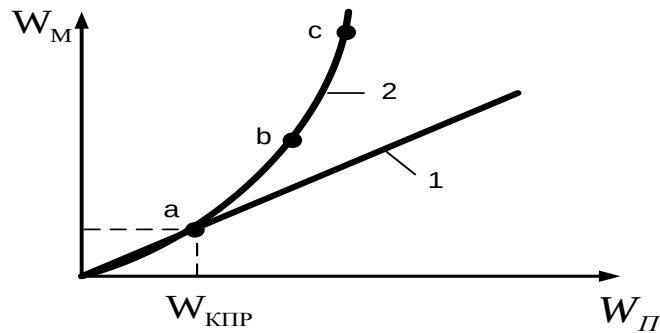
Сувни зарарсизлантириш ва тозалаш услуги бирлик кенглик майдони назариясига асосланиб, майдон энергиясининг механик нозизиқли эквиваленти электромагнит майдон назариясидан фойдаланиб таклиф этилган (8 –расм).

Механик энергия W_m «а» нуктадан бошлаб майдон энергияси W_p ортиши билан кескин ортади. Натижада ҳосил бўлган энергия ҳисобига механик иш бажарилади. Майдон томонидан куйидаги ифодали куч таъсир этади:

$$\vec{F} = \text{grad} W_m, \quad (9)$$

бу ерда W_m – механик энергия; $\vec{F}$ – бирлик кенглик майдони томонидан таъсир этувчи куч;

Формула (9) маълум бўлган ҳамма ўзаро таъсирлар (электромагнитли, гравитацион, кучли ва кучсиз)ни ҳисоблаш имкониятини беради. Бунинг учун асосий энергия миқдорини, кенгликда йўналтирилган ва ўзаро таъсир энергия пасайишини билиш лозим. Бирлик кенглик майдони назарияси тўрт хилдаги майдонларни ўзаро таъсирини назарда тутди: импульсли электрмагнитли, импульсли электрли, ўзгармас магнитли ва гравитацион



- 1—чизикли тизим ҳолати учун нозичикли характеристикага уринма чизиги;
2—ночизикли тизим ҳолати учун механик энергиянинг майдон энергиясига боғлиқлиги.

8 – расм. Механик эквивалентнинг майдон энергиясига боғлиқлиги

Қурилма моделини майдон уланганидаги ҳолат қўрилган. Маълумки, сув диамагнит хусусиятига эга ва магнит майдони таъсирида ундан итарилади. Натижада оқимни тормозловчи куч содир бўлади.

Ҳар бирлик ҳажмда сувнинг молекуласи бир хил бўлганлигидан, тормозловчи куч эпюраси тўғри чизикли бўлади. Демак, соленоиднинг ичида ва унинг олдида оқимда сиқилиш қисми суюқлик босими юқори бўлганда ҳаракат тезлиги бошқа оқимга нисбатан кичик бўлади.

Суюқликнинг ҳажмий пухталигидан унинг оқими узлуксиз ва сиқилиш қисмидан сўнг чўзилиш қисми ҳам бўлиши, қаерда босим кичик бўлса, тезлик асосий оқимдан юқори («С» нукта 9 – расмда) бўлади. Майдон таъсиридаги босим градиентидан сувда кавитация эффекти содир бўлади.

Уйғотувчи икки чулғамли бажарувчи элемент электрмагнит кучи, магнит майдон энергияси ва куч учун асосий аналитик ифодадан фойдаланиб аниқланди.

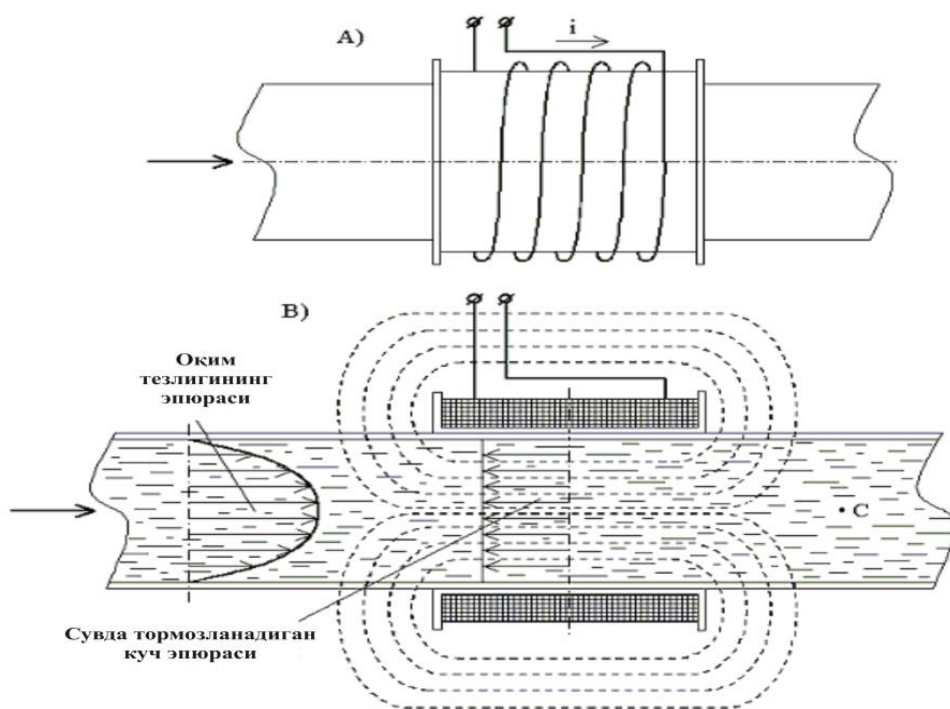
Келтирилган якуний ифодани икки чулғамли бажарувчи элемент электрмагнит кучи учун чегараланамиз:

$$F_3 = dA_M / d\delta = (d / d\delta) \left[(1/2)L_2\Psi_1^2 + (1/2)(L_1\Psi_2^2 - M\Psi_1\Psi_2) \right] / D. \quad (10)$$

Бу ерда: $M = M_{12} = M_{21}$ – магнит майдони энергияси ҳолат функцияси бўлиши учун лозим бўлган шарт.

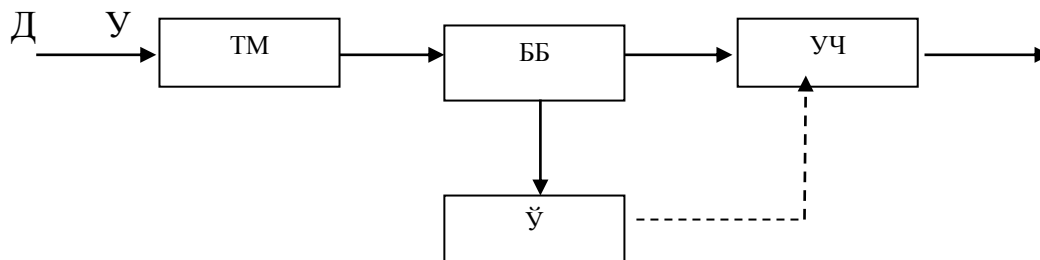
$$\begin{aligned} \Psi_1 &= L_1 i_1 + M_{12} i_2; \quad \Psi_2 = M_{21} i_1 + L_2 i_2. \\ A_M &= \int_0^{\Psi_1} \left(\frac{1}{D} \right) (L_2 \dot{\Psi}_1 - M_{12} \cdot 0) d\dot{\Psi}_1 + \int_0^{\Psi_2} \left(\frac{1}{D} \right) (L_1 \dot{\Psi}_2 - M_{21} \Psi_1) d\dot{\Psi}_2 = \\ &= \left(\frac{1}{D} \right) \left[(L_2 \Psi_1^2 / 2) + (L_1 \Psi_2^2 / 2) - M_{21} \Psi_1 \Psi_2 \right], \end{aligned} \quad (11)$$

бу ерда D – аниқловчи, нолдан фарқли коэффициентдан ташкил топган (12) формуладан:



А) ташқи кўриниши; В) қирқим кўриниши.

9- расм. Қурилма модели



ТМ – ток манбаи; ББ – бошқарув бўлаги; УЧ – уйғотувчи чулғам; Ў – ўзак (нометалл қувур ичига ўрнатилган металл); Д – кириш қиймати; У – чиқиш қиймати.

10 - расм. Умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими тузилиш схемаси

$$D = L_1 L_2 - M_{12} M_{21}. \quad (12)$$

Чизиқли магнит тизими учун коэнергия, магнит майдон энергиясига тенг. Шундай қилиб, кучни икки уйғотувчи чулғам тизими учун қуйидагига эга бўламиз:

$$F_3 = -[(1/2)i_1^2 (dL_1 / d\delta) + (1/2)i_2^2 (dL_2 / d\delta) \pm M i_1 i_2]. \quad (13)$$

Умумий ҳолда (13) формуладаги охирги йиғинди икки хил ишорали бўлиб, уйғотувчи чулғамларнинг кетма – кет ёки параллел уланишини инобатга олади. Чизиқли тизимнинг турғунлиги таъсир этувчи омилга боғлиқ эмас, унинг характеристикасига боғлиқ.

10 – расмда умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими тузилиш схемаси келтирилган.

Ишлаб чиқилган курилманинг турғунлик соҳасини аниқлаш мақсадида, динамик хусусияти қуйидаги характеристик тенглама билан ифодаланувчи (келтириб чиқарилган) тенгламадан фойдаланамиз:

$$a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0 = 0, \quad (14)$$

бу ерда $a_0 = 400$; $a_1 = 16.8 \cdot 10^{-5}$; $a_2 = 1.705 \cdot 10^{-3}$; $a_3 = 9.5 \cdot 10^{-9}$.

Гурвиц критерийсини қўллаб, ЭХМ учун дастур тузамиз ва турғунлик соҳасининг икки характерли K ва T_1 параметрлари текислигида курамиз. Характеристик полиномни эркин ҳадини нольга тенглаштириб, $K = -1$ аperiодик чегара турғунлиги ифодасини топамиз, тебранма турғунлик чегараси эса:

$$a_1 a_2 - a_0 a_3 = 0. \quad (15)$$

Турғунликнинг тебранма чегарасини (15) тенгламадан топамиз,

$$K = a_1 a_2 / a_3 - 1. \quad (16)$$

Гурвиц критерийсидан фойдаланиб турғунликнинг тебранма чегарасини куриш учун Excel дастури тузилган. Натижалари бўйича турғунлик соҳаси 11– расмда келтирилган. “А” соҳа нотурғун. Штрихланган қисмига мос келувчи ҳамма қийматли параметрлари учун “Б” соҳа тизимнинг турғун ҳолатига тўғри келади.

Ҳисобларга ва турғунлик соҳасидан келиб чиқишига кўра тизим турғун зонасида ишлайди.

УФЭМ уйғотувчи чулғами билан бошқарув тизимининг реал параметрлари учун амплитуда – фаза частотали характеристикалари ва ўткинчи жараён сифати аниқланган.

Актив (фаол) ва реактив қаршиликлардан иборат бўлган пассив электр занжири (12–расм) схемасидаги берилган элементларини қуйидаги кўринишда тасвирлаймиз. Пассив реал электр занжири учун, u_1 –кириш кучланишли ва u_2 – чиқиш кучланишли, ўткинчи функцияни аниқлаймиз. Схема (12–расм) шохобчаларини инобатга олиб, шохобчадаги қаршиликларини $\dot{Z}_1$ ва $\dot{Z}_2$ комплекс қаршиликларига алмаштириб, қуйидаги эквивалент (13– расм) схемани ҳосил қиламиз.

Занжирнинг ўтиш функцияси эквивалент қаршиликлари орқали қуйидагича ёзамиз:

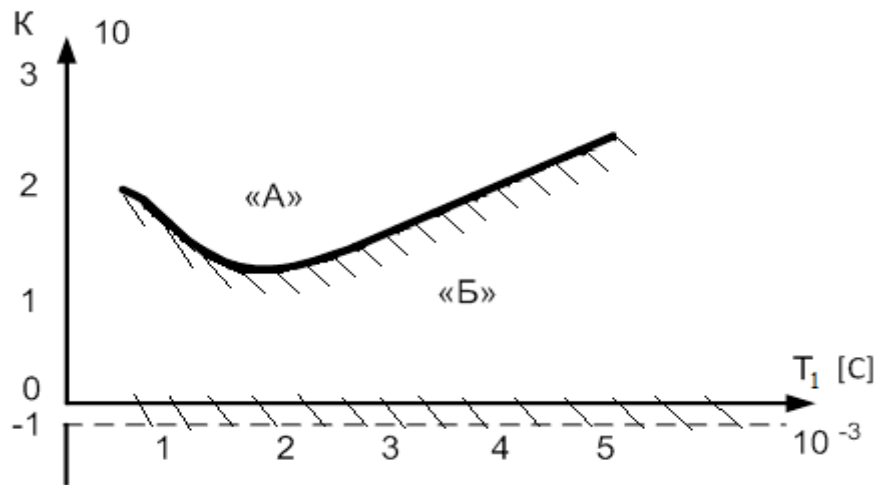
$$W(p) = \frac{u_2(p)}{u_1(p)} = \frac{Z_2(p)}{Z_1(p) + Z_2(p)}. \quad (17)$$

Реактив элементлар комплекс қаршиликларини ва шохобча қаршиликларини ҳисобга олиб, уни оператор кўринишида ёзиб, ўзгармас вақт ва коэффициентларини ҳисобга олган ҳолда очиқ тизим учун якуний формулани келтирамиз:

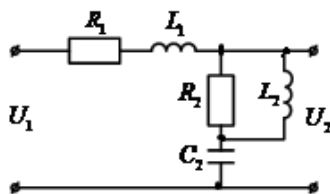
$$W(p) = \frac{k_2 (T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}{k_1 (1 + T_{11} \cdot P) (T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{21} \cdot P) + k_2 (T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}. \quad (18)$$

Баъзи бир хил ўзгартиришлардан сўнг, қуйидаги якуний ифодани очиқ тизим учун ҳосил қиламиз:

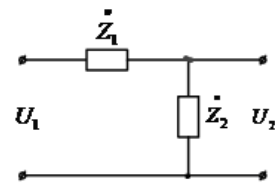
$$W_{pas}(p) = \frac{\epsilon_2 \cdot p^2 + \epsilon_1 \cdot p + \epsilon_0}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} = \frac{B(p)}{A(p)}. \quad (19)$$



11- расм. Тизимнинг тургун соҳаси



12 - расм. Пассив электр занжирининг занжири схемаси



13 - расм. Пассив электр эквивалент схемаси

Бу ерда: $a_3 = k_1 \cdot T_{11} \cdot T_{22}^2$; $a_2 = k_1(T_{22}^2 + T_{11} \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2$; $a_1 = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23}$; $a_0 = k_2$;
 $\epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2$; $\epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23}$; $\epsilon_0 = k_2$.

Пассив занжир куйидаги параметрларга эга:

$$R_1 = 0,17 \text{ Ом}; L_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}; R_2 = 200 \text{ Ом}; C_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф};$$

$$L_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}; \omega = 2\pi f_c = 157 \text{ Гц}; j = \sqrt{-1}.$$

Кириш таъсири $g = 2\text{В}$ зинапоясимон кучланиш бўлган, ёпиқ автоматик тизим учун ўткинчи функциядан фойдаланиб, ўткинчи жараён характеристикаси ҳисобланди ва қурилди.

Ўткинчи функция параметрлари:

$$T_{21} = R_2 \cdot C_2 = 4 \cdot 10^{-4}; T_{22} = \sqrt{L_2 \cdot C_2} = 4 \cdot 10^{-4}; T_{23} = \frac{L_2}{R_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{200} = 1 \cdot 10^{-4};$$

$$a'_3 = k_1 \cdot T_1 \cdot T_{22}^2 = 59,84 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6}; a'_2 = k_1(T_{22}^2 + T_1 \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2 = 1,6 \cdot 10^{-4};$$

$$a'_1 = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-6}; a'_0 = k_2 = 200;$$

$$\epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2 = 8 \cdot 10^{-2}; \epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-2}; \epsilon_0 = k_2 = 200 \text{ ни ташкил этади.}$$

Ёпиқ автоматик тизимнинг характеристик кўпхади, очик тизим кўпхадларининг сурат ва махражлари йиғиндиси орқали аниқланади:

$$A(p) = a'_3 p^3 + a'_2 p^2 + a'_1 p + a'_0 + \epsilon_2 \cdot p^2 + \epsilon_1 p + \epsilon_0. \quad (20)$$

Баъзи бир қисқартиришлардан сўнг, қуйидаги коэффицентли учинчи даражали тенгламани ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} a_0 &= a'_0 + \epsilon_0 = 400; \quad a_1 = a'_1 + \epsilon_1 = 2,02 \cdot 10^{-2}; \\ a_2 &= a'_2 + \epsilon_2 = 1,6 \cdot 10^{-4}; \quad a_3 = a'_3 = 60 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

$$A(p) = a_3 \cdot p^3 + a_2 p^2 + a_1 \cdot p + a_0. \quad (21)$$

Кардан формуласидан фойдаланиб характеристик кўп хаднинг илдизлари аниқланди. Бунда у қуйидагича бўлади,

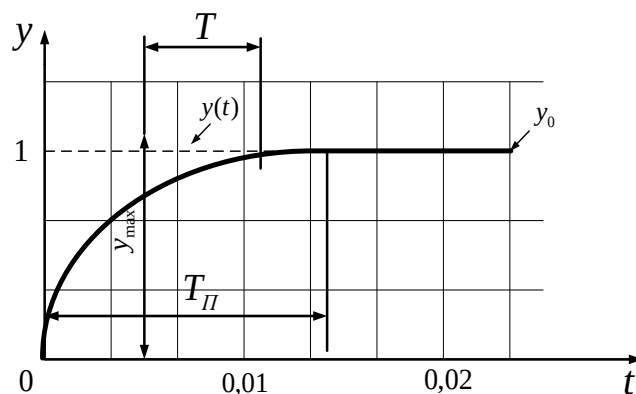
$$V = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad P = - \begin{bmatrix} P_1 = -188,501212 \\ P_2 = 92,9173 - 163,5026 j \\ P_3 = 92,9173 + 163,5026 j \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Характеристик кўп хад (20) тенгламасининг параметри бўйича дифференциаллаб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Q(p) = 3 \cdot a_3 p^2 + 2a_2 p + a_1. \quad (23)$$

Агарда ўткинчи функция кўп хад суратида

$$B(p) = \epsilon_2 p^2 + \epsilon_1 p + \epsilon_0, \quad (24)$$



14- расм. Ўткинчи жараён характеристикаси

Бунда:

а) турғун ташкил этувчиси $y_0 = g \frac{B(0)}{A(0)};$ (25)

б) ўткинчи ташкил этувчиси

$$y(t) = g \sum_k \frac{B(p_k) \cdot \exp(p_k)}{p_k \cdot Q(p_k)}; \quad (26)$$

в) ўткинчи характеристикаси

$$y(t) = y_0 + y(t) \quad (27)$$

Ўткинчи жараён характеристикаси 14 –расмда келтирилган.

Бошқарув тизимидаги ўткинчи жараёнларга, тизимнинг хусусиятларидан келиб чиқиб, муайян чекловлар қўйилиши аниқланди.

Диссертациянинг бешинчи боби «Умумий фазовий электромагнит майдони бошқарув тизими қурилмаларининг ишончилигини, иқтисодий самарадорлигини ва қўлланилишини баҳолаш»да умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаларини ишончилиги, иқтисодий самарадорлиги, асосий техник кўрсаткичлари ва кенг имкониятли амалий қўлланилиши масалаларининг ўрганилишига бағишланиб, натижалари келтирилган.

Ишончилиликни икки ҳолдаги умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмалари учун ҳисоблаб чиқилди. Бунда қурилмага ҳарорат, намлик, қуёш радиацияси ва бошқа таъсир этувчи омилларни ҳам инобатга олинган.

Изланишлар ва ҳисоблаш натижаларига кўра прототипга нисбатан ишлаб чиқилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмасининг ишончилиги юқори.

Ишда, шунингдек яратилган қурилманинг алоҳида амалий қўлланилиши кимё саноатида, озиқ – овқат саноатида, маиший – уй жой хўжалигида, комплекс таркибида келтирилган.

Хулосада тадқиқотларни яқуни ва асосий натижалари шакллантирилган.

Диссертация иловасида конструкцияни кўриниш схемаси; бошқарув тизими моделининг схемалари ва чизмалари, инновацион ярмаркада қатнашганлиги ҳақидаги буклетлар, сувни зарарсизлантириш бўйича саноат тажриба намунасининг синовдан ўтказилган хулосалари, диссертация натижаларининг қўлланилиши ва татбиқ этилганлиги ҳақидаги хулоса ва маълумотномалар келтирилган.

ХУЛОСА

Бажарилган илмий-текшириш натижаларини умумийлаштириб, диссертация ишида илк бор умумий фазовий электромагнит майдон комплекс изланишлар олиб борилган. Саноат, экспериментал ва назарий илмий-текширувлар умумий фазовий электромагнит майдоннинг мўътадил ишлаш имкониятини берувчи бошқарув тизимидаги замонавий электрон қурилмаси ишчи ток диапазонида қурилманинг турғун ишлашини таъминлайди.

Асосий илмий натижалар, ишга тааллуқли хулосалар ва таклифлар қуйидагилардан иборат:

1. Куч электромагнит импульсли тизим ва умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизимининг таққослаш натижасига кўра талабга тўлиқ жавоб берувчи импульсли электромагнит майдон ва вихрли электромагнит майдонларига асосланган бажарувчи элемент бошқарув тизими эканлиги белгиланди.

2. Бажарувчи уйғотувчи чулғам соленоидда энергия тебранишининг импульсли электромагнит шаклини ва амплитудасининг ўзгармаслигини таъминловчи тиристорли частота ўзгартиргичли бошқарув тизими сувни тозалаш ва зарарсизлантириш учун ишлаб чиқилди.

3. Electronics Workbench ва инструментал дастур C ++ Bulder ёрдамида бажарувчи элемент бошқарув тизими қурилмаси тадқиқи натижалари, қурилмадаги жараёнларни аниқлаштириш ва визуал текшириш ҳамда такомиллаштириш имкониятини яратди.

4. Бирлик юза электромагнит майдони қурилмасининг вольт – амперли характеристикасидан, 60 А дан 300 А гача оралиқда кучланиш мўътадилли бўлиб, умумий фазовий электромагнит майдон ишлаши учун мос келувчи эканлиги аниқланган. Умумий фазовий электромагнит майдондаги кучланиш бу қисмида токнинг берилган қийматига боғлиқ бўлмай, фақатгина уйғотувчи чулғам индуктивлиги ва конструктив хусусиятларига ҳамда мис стерженга боғлиқ эканлиги аниқланди. Умумий фазовий электромагнит майдон мўътадил ишлаши учун лозим бўлган бошқарув кучланиши, токнинг ишлаш диапазони учун аниқланди.

5. Бажарувчи элемент уйғотувчи чулғамни кетма – кет ва параллел уланганидаги электромагнит кучни чизиқли магнит тизими учун ҳисоблаш услуби таклиф этилди. Ушбу услубнинг моҳияти оқим илашувчанликлар ва тоқлар нисбати, бажарувчи элемент уйғотувчи чулғамининг индуктивлиги ва ўзаро индуктивлиги чизиқли тенглама кўринишида ёзилган.

6. Уйғотувчи чулғамни характеристикасини инобатга олиб, миснинг нисбий йўқотишининг минималлаштириш шартини чулғамдаги импульс кучланишининг аниқ бир шаклидагина таъминлаш мумкинлиги аниқланди. Уйғотувчи чулғам мисдаги энергиянинг нисбий йўқолишини минималга келтириш учун электромагнит тизимидаги нолдан фарқли фаол қаршиликли ва охирги қийматли индуктивликка эга бўлганида токнинг импульси квадрати ва индуктивликни вақт бўйича ҳосиласининг шакли бўйича ўхшаш бўлиши шарти аниқланди.

7. Умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув реал тизими учун унинг меъёрий иш режимини таъминловчи тизимнинг турғунлиги, турғунлик заҳираси ва ўткинчи жараёнлари тадқиқ этилди. Ўтказилган тадқиқотлар умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими динамик режимда қўйилган барча талабларни қондиради.

8. Умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмасининг пухталигини аниқлаш учун ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилди, унинг асосида пухталиқнинг миқдорий таснифларини эксплуатация жараёнида ҳам аниқлаш имконияти пайдо бўлди.

9. Ишлаб чиқилган намуна, Салар станцияси азрация ССА ГУПТ «Сувсоз» тозалаш иншоотида синовдан ўтказилди. Саноат намунаси коллиндексни амалда 99 фоизгача камайтирди.

10. Яратилган умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими қурилмаси, техник синовларига кўра, асосий кўрсаткичлари бўйича мавжуд қурилмалардан устун бўлиб, қўлланилишида пухталиги 1,4 баробар, фойдали иш коэффиценти 20 фоизга, сувни зарарсислантириб ишлаб чиқариш ҳамда ишлаш муҳлати 2 баробарга ортди.

Умумий фазовий электромагнит майдон бошқарув тизими тадқиқот натижаларини жорий қилишдан олинadиган иқтисодий самарадорлик, йилига 67 млн. сўмни ташкил этди.

Шундай қилиб, ишда келтирилган янги илмий ҳолатларни назарий умумлаштириш ва амалиётга жорий қилиш асосида умумий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизимини ишлаб чиқиш бўйича халқ хўжалиги аҳамиятига эга бўлган йирик муаммо ечилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК 16.07.2013.Т.02.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И
ИНСТИТУТЕ ЭНЕРГЕТИКИ И АВТОМАТИКИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

ИБРАГИМОВА ОЗОДА АБДУЛЬХАКОВНА

**УСТРОЙСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЕДИНЫМ
ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

**05.01.06 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2016

Тема докторской диссертации зарегистрирована за № 12.05.2015/B2015.1.T466 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале "ZIYONET" (www.ziyonet.uz).

Научный консультант: **Амиров Султон Файзуллаевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Раджабов Тельман Дадаевич
Академик АН РУз, доктор физико-математических наук, профессор

Плахтиев Анатолий Михайлович
доктор технических наук, профессор

Абдукаюмов Абдурашид Абдукаюмович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Специализированное конструкторско-технологическое бюро при Институте ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан**

Защита диссертации состоится «....» марта 2016г. в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета 16.07.2013.T.02.01 при Ташкентском государственном техническом университете и Институте энергетики и автоматики (Адрес: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (регистрационный номер). Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «.....» февраля 2016 года.
(протокол рассылки №..... от «.....» февраля 2016г.).

Н.Р. Юсупбеков
Председатель научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук
д.т.н., профессор, академик АН РУз

О.О. Зарипов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н., доцент

Ш.М.Гулямов
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время ускоренное развитие новых технологий по всему миру усиливает востребованность использования устройств систем управления электромагнитным полем, в процессах производства повседневно.

В мировом масштабе, в настоящее время около 2-3 процента ($4,7 - 7,1 \cdot 10^{11} \text{ кВт} \cdot \text{час}$) вырабатываемой электроэнергии тратится на очищение сточных вод, обеззараживанию и обессоливанию воды.

Рациональное использование водных ресурсов по всему миру, а именно питьевой, производственной, коммунальной, хозяйственной и сточной воды, повышение её качества, технология очищения и обеззараживания является актуальной проблемой. В мире, в настоящее время около 35 процента сточных и питьевой воды необходимо очищать, обеззараживать и обессоливать. В этой связи рациональное использование питьевой, коммунальной и производственной, сточных вод, улучшение качества переработки, очищения и обеззараживания с помощью технических средств и технологий, усовершенствование комплексных мероприятий являются приоритетными задачами. Одним из основных задач народного хозяйства является создание устройств по обеззараживанию и обессоливанию воды с большой производительностью и коэффициентом полезного действия, большой надежностью и энергосбережением, что это приобретает важное значение.

В связи с этим, по существующим технологиям реагентные методы очищения и обеззараживания являются дорогостоящим и малоэффективным, в них вода недостаточно очищается и обеззараживается, не обеспечивается высокая надежность и экономическая эффективность. Исходя из перечисленных положений, целесообразным является изучение, исследование устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. На его основе производится очищение, обеззараживание, обессоливание и опреснение воды, которое обеспечивает энергосбережение, высокую надежность, производительность, и универсальность, что является весьма актуальным.

В этом плане особый интерес представляет внедрение и совершенствование научно обоснованных технологий обработки и анализа способов очистки, обеззараживания и обессоливания воды на основе импульсного и вихревого электрического, электромагнитного, магнитного, гравитационного и крутящего вихревого полей устройствами систем управления единым пространственным электромагнитным полем.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для выполнения задачи указанной в Постановлениях Кабинета Министров Республики Узбекистан «Усовершенствование систем управления водного обеспечения», №320 от 21 июля 2003 г. и «Об экономичном использовании водных ресурсов», №183 от 14 апреля 2004 г.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии ППИ-3 – «Энергетика, энерго - ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.

Исследования, направленные на решение актуальных задач по разработке современных элементов и устройств для систем управления по очистке и обеззараживанию воды занимаются многие зарубежные фирмы и университеты, в частности, Scientifically research university General Elektrik, Indiana Water Resources Research Center, Sea Tech .Inc, Watts Water Technologies. Inc (США), Company of Chint (Китай), Company of SALHER, GE Automation (Германия), Centre of science Mitshubishi (Южная Корея), Centre of science HAWK (Великобритания), ООО «Аквафор-Трейдинг», Byreni epro (Россия), Corporation of Honeywell, Wonderwage (Голландия), MOXABB (Дания), а также в других странах, научными центрами, высшими образовательными учреждениями, научно-исследовательскими институтами, проводятся широкомасштабные научно-технические исследования, результаты внедряются на практике.

Устройствами систем управления электромагнитными полями в развитых странах, научно-исследовательскими центрами, университетами, научно-исследовательскими институтами по созданию технических средств и технологии очистки и обеззараживанию воды получены следующие результаты: для очищения сточных вод разработаны стекло-арматурные полимеры, механические решетки, отстойники, септики и малогабаритные станции для производственно коммунальных хозяйств (Company of SALHER, Германия); предложены управляющая микропроцессорная система для контроля фильтрации питьевой воды, электрические преобразователи с усовершенствованными магнитными параметрами (Роса центр, ОАО «Конверсия», Россия), MOXABB (Дания); создана система очистки воды на основе технологии ультрафиолетового излучения (Byreni epro, Россия); разработаны новые методы поэтапной очистки сточных коммунальных вод применительно для оросительных работ (Indiana Water Resources Research Center, США).

Проводятся приоритетные научно-исследовательские работы по проблемным направлениям: очистки, обеззараживания и обессоливания производственно-коммунальной, сточной, бытовой и питьевой воды с помощью устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем, непосредственно по направленным трубам, где водные потоки одновременно очищаются и обеззараживаются, а также в них уничтожаются вирусы и микробы.

Степень изученности проблемы. Анализ научно-технической литературы последних лет по данному направлению показывает возросший интерес к разработке технических средств и технологий энергетической эффективности по очистке, обеззараживанию сточных и питьевой воды.

Проблеме энергосбережения и энергетической эффективности по очистке, обеззараживанию и обессоливанию сточных и питьевой воды посвящены многие научные труды. Во всем мире в развитых странах разрабатываются и внедряются электрохимические, электрофлотационные, электрофорез, электроагуляция, обработка ультракороткими волнами тока методы и технологии очистки сточных и питьевой воды. Этому направлению теоретических и практических задач посвящены много монографий, научных сборников и статей.

Для решения данной проблемы большой вклад внесли ученые разных стран, а именно: Taniewska-Osinska Stefania, Palecz Bartlomiej, Anthony J. Whetltr, Kanarev Ph.M., Ю.П. Рассадкин, В.В. Сидоренков, М.В. Бобырь, В.С.Титов, С.Г. Емильянов, А.А. Шевяков, Р.В. Яковлева, И.А. Каляев, В.В. Коробкин, А.П. Кухоренко и другие.

Наряду с зарубежными учеными большой вклад в решении данной задачи внесли ученые нашей страны, а именно: А.Р. Раджабов, М.И. Ибрагимов, А.С. Бедришев и другие по технологии очистки обеззараживанию и обессоливанию воды в сельских пунктах с применением электро и магнитных воздействий. Но научные исследования по повышению эффективности очистки, обеззараживанию и обессоливанию сточных вод без применения реагентов при помощи устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем требуются последующие дополнительные исследования.

Кроме того, при системном анализе научно-технических исследований, применение устройств систем управления для очистки, обеззараживания и обессоливания сточной и питьевой воды с энергосбережением, высокой надежностью, с большой производительностью не проведены достаточно исследований, а методы решения практических проблем не отражены на должном уровне.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения и научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно – исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта и отражены в проектах: х/д №86 «Комплексная система обеззараживания воды электромагнитным полем» (2004-2006гг.); х/д № 98 «Изготовление промышленного образца комплексной системы обеззараживания воды магнитным полем» (2007-2008гг.).

Цель исследования является создание устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем для очистки, обеззараживания, обессоливания сточных и питьевой воды.

Для достижения этой цели сформулированы следующие **задачи исследования:**

разработка импульсных систем и систем управления для очистки, обеззараживания и обессоливания сточной и питьевой воды;

разработка новой конструкции системы управления для очистки, обеззараживания сточной и питьевой воды на основе единого пространственного электромагнитного поля;

применение устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем;

определение параметров обмотки возбуждения исполнительного элемента систем управления единым пространственным электромагнитным полем;

исследование и проведение сравнительного анализа основных характеристик систем управления единым пространственным электромагнитным полем;

Объектом исследования являются устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем.

Предмет исследования: технологии по разработке и исследованию устройств силовых импульсных, систем управления единым пространственным электромагнитным полем для очистки, обеззараживания и обессоливания воды.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы теория электрических и магнитных цепей, теория надежности технических систем, теория устойчивости управляющих систем, экспериментальные методы исследований, а также методы математической статистики. Аналитические методы базировались на современной теории функциональной электроники, полупроводниковой электроники и математической статистики. Для построения графиков использовались ряды Фурье и элементы программирования. Использованы программные продукты Electronics Workbench и C++ Builder в процессе исследования схем систем управления, электромагнитных процессов и надежности.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны конструктивные схемы устройств систем управления тиристорными преобразователями частоты для установки очистки и обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем;

впервые разработаны устройства безреагентной очистки, обеззараживания, обессоливания и опреснения воды единым пространственным электромагнитным полем;

теоретически обоснована возможность образования и практической реализации единого пространственного поля с взаимодействием импульсного продольного электромагнитного поля, импульсного электрического поля, вращающегося электромагнитного и гравитационного полей;

впервые разработаны устройства систем управления единым пространственным вращающимся электромагнитным полем для обеззараживания, обессоливания воды с продольными и поперечными обмотками возбуждения;

разработана трехфазная система управления импульсным электромагнитным полем для устройства обессоливания воды.

Практические результаты исследований заключаются в следующем:

созданы современные устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем, позволяющим повысить в 2 раза производительность обработки воды и срок службы, надежность в 1,4 раза, коэффициент полезного действия на 20 процента;

разработаны устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем с большим коэффициентом полезного действия и надежностью, которые исключают недостатки существующих систем по обеззараживанию, очистке и обессоливанию воды и предложенная технология достоверно снижает концентрацию в воде фенолов на 70 процент, бензопирена на 96 процент, нефтепродуктов на 40 процент, обеззараживание воды по колли-индексу на 99 процент и общее микробное число (ОМЧ) на 97 процент;

разработан основной источник питания устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем, которые имеют пологопадающую характеристику с крутопадающим хвостовым участком, ограничивающий максимальный ток короткого замыкания;

разработана трехфазная система управления импульсным электромагнитным полем для устройств безреагентной обработки обессоливания воды, которая обеспечивает повышение производительности обработки воды;

предложен алгоритм расчета надежности устройств систем управления единым пространственным вращающимися электромагнитным полем с учетом влияния температуры, влажности и солнечной радиации, которые позволяют определить качественные характеристики их надежности при эксплуатации.

Достоверность результатов исследования обосновывается проведенными и полученными результатами полномасштабных теоретических и вычислительных экспериментальных исследований и их взаимной согласованностью, практикой их внедрения и обсуждение результатов исследований на различных научных конференциях, а также публикациями результатов исследований в признанных научных журналах.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что предложен способ обеззараживания и очистки воды, основанный на теории единого пространственного поля, с использованием положения теории электромагнитного поля, которая предусматривает нелинейную зависимость механического эквивалента энергии поля. С помощью предложенного механического эквивалента энергии поля можно рассчитывать все известные взаимодействия: сильные и слабые электромагнитные и гравитационные. Предложен принцип построения источника питания для систем управления устройством единого пространственного электромагнитного поля. Выявлено, что при малых токах, характеристика устройства единого пространственного поля имеет падающий вид, при возрастании тока напряжение на устройстве падает. Это необходимое свойство устройства единого пространственного поля было

использовано при разработке устройств систем управления. Обоснован и определен основной источник питания устройств единого пространственного поля, который имеет пологопадающую характеристику с крутопадающим хвостовым участком, ограничивающий максимальный ток короткого замыкания. Определен участок вольтамперной характеристики, который является рабочим участком напряжения и наиболее подходящим для работы устройства единого пространственного поля.

Практическая ценность работы заключается в том, что при применении устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем для обеззараживания, обессоливания, очистки и опреснения воды на базе систем управления единым пространственным полем расход электроэнергии затрачиваемая на технологический процесс уменьшается до 10-ти раз, надёжность увеличивается на 40 процентов и к.п.д на 20 процентов. Всё это обеспечивает его превосходство по основным техническим параметрам и даёт определенный экономический эффект при внедрении.

Внедрение результатов исследования. Научно-практические результаты исследований в виде разработки устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем внедрены в АО «Ўзбекистон темир йуллари» (акт о принятии к внедрению от 25.08.2015г), (справка № НГ/3893-15 о принятии к внедрению от 15.12.2015г), При применении устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем надёжность увеличилась в 1,4 раза, коэффициент полезного действия на 20 процента, производительность обработки воды и срок службы повысилась в 2 раза.

Суммарная годовая экономическая эффективность от внедрений составляет 67 млн. сум.

Апробация работы. Результаты исследования апробированы на 21 научно-практических конференциях, в том числе на 12 международных конференциях, школах и семинарах: Международной научно-практической конференции «Инновация – 2012 и 2014»; (Ташкент, 2012г и 2014г); Сибирского государственного университета путей сообщения (Новосибирск, 2012г); На -Seventh World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation – WCIS – 2012, WCIS – 2014, b – Quad rat Verlag. – (Tashkent , 2012, 2014); Международной научной конференции «Актуальные вопросы современной техники и технологии», «Современные средства связи» (Минск, Республика Беларусь, 2013г, Российская Федерация (г.Липецк, 2013г и 2015г); Международной научно-практической конференции (г.Киев., 2015).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 40 научных работ, в том числе – 1 монография, 19 журнальных статей, 3 в иностранных журналах и 21 статья в сборниках материалов международных научных конференций.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений и содержит 192 страниц текста, включает 60 рисунков и 9 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность решаемой задачи и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследования, а также сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе «**Анализ устройств систем управления импульсным электромагнитным полем**» на основе анализа существующих устройств систем управления импульсным электромагнитным полем изучены вопросы общего представления о едином пространственном электромагнитном поле и систем управления исполнительным элементом устройств ЕПЭП.

Известные способы обработки жидкостей и жидкотекучих продуктов, включающие обработку воды импульсным электромагнитным полем, имеют низкую степень обеззараживания воды, малую производительность, большие удельные расходы электроэнергии.

Сравнительным анализом существующих способов и устройств обеззараживания воды определены пути решения поставленной задачи по обеспечению увеличения воздействия электромагнитного поля на обрабатываемую воду путем применения поперечного магнитного поля, силовые линии которого направлены перпендикулярно направлению течению жидкости, а также вихревое электрическое поле, создаваемые стержнями, находящемся внутри и посередине диэлектрической трубы.

Проведен сравнительный анализ широтно-импульсного и фазового способов регулирования напряжения на нагрузке.

Исходя из результатов обзора и анализа литературных источников и в соответствии с поставленной целью, сформулированы основные задачи исследования.

Во второй главе «**Разработка силовых электромагнитных устройств единого пространственного поля**» рассматриваются вопросы разработки силовых электромагнитных устройств единого пространственного поля, изучению электромагнитного устройств: с использованием импульсного и вихревого электрического поля; с использованием электромагнитного электрического, магнитного и гравитационного поля; с использованием вращающегося вихревого поля.

Составлена классификация силовых электромагнитных импульсных систем и силовых электромагнитных устройств ЕПЭП (Рис.1).

Рассматриваемое нами силовое электромагнитное устройство единого пространственного поля (УЕПП) относится к силовым электромагнитным

импульсным системам, параметры которых изменяются под воздействием управляющего устройства. В зависимости от вида используемой энергии и типа энергоносителя силовые импульсные системы подразделяются на: механические, пневматические, гидравлические, электрические, электрогидравлические, электромеханические, электромагнитные и другие комбинированные силовые импульсные системы.

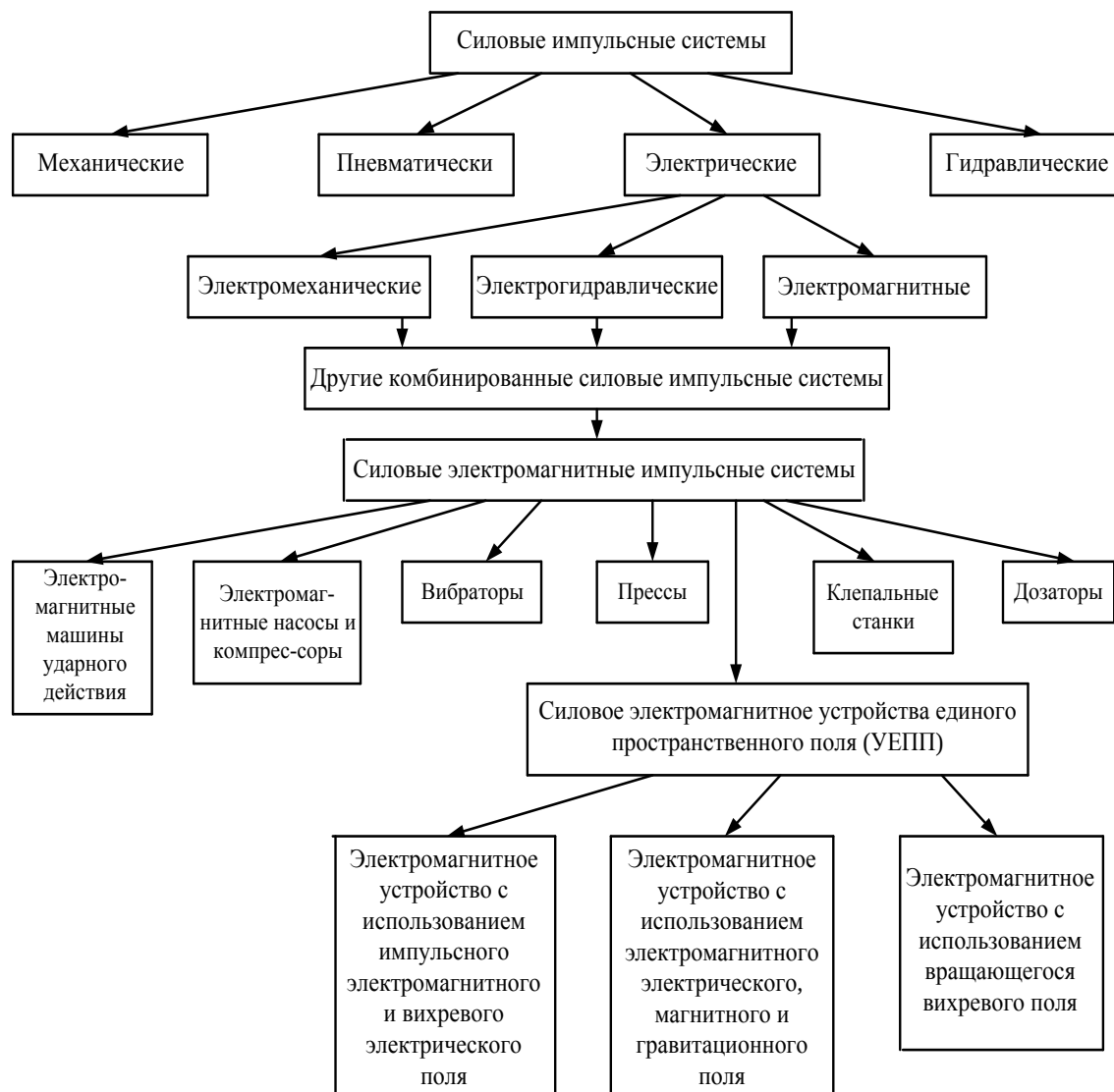


Рис.1. Классификация силовых электромагнитных импульсных систем

Рассматриваемое нами силовое электромагнитное УЕПП относится к силовым электромагнитным импульсным системам, параметры которых изменяются под воздействием управляющего устройства и подразделяются на: электромагнитное устройство с использованием импульсного электромагнитного и вихревого электрического поля, электромагнитное устройство с использованием электромагнитного электрического, магнитного и гравитационного поля, электромагнитное устройство с использованием вращающегося вихревого поля.

Как свидетельствует анализ разработанных конструкций устройств систем управления импульсным электромагнитным полем, из всех вариантов способа обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем, предлагаемое устройство систем управления ЕПЭП отвечает требованиям надежности, устойчивости с большим коэффициентом полезного действия, позволяет регулировать диапазон преобразования импульса напряжения в исполнительном элементе обмотки возбуждения.

Устройство (Рис.2) состоит из следующих блоков и узлов: силовой трансформатор, преобразователь, система управления, исполнительный элемент в виде обмотки возбуждений, устройство обеззараживания воды в виде неметаллической трубы, исполнительный элемент в виде металлического стержня, фланцы.

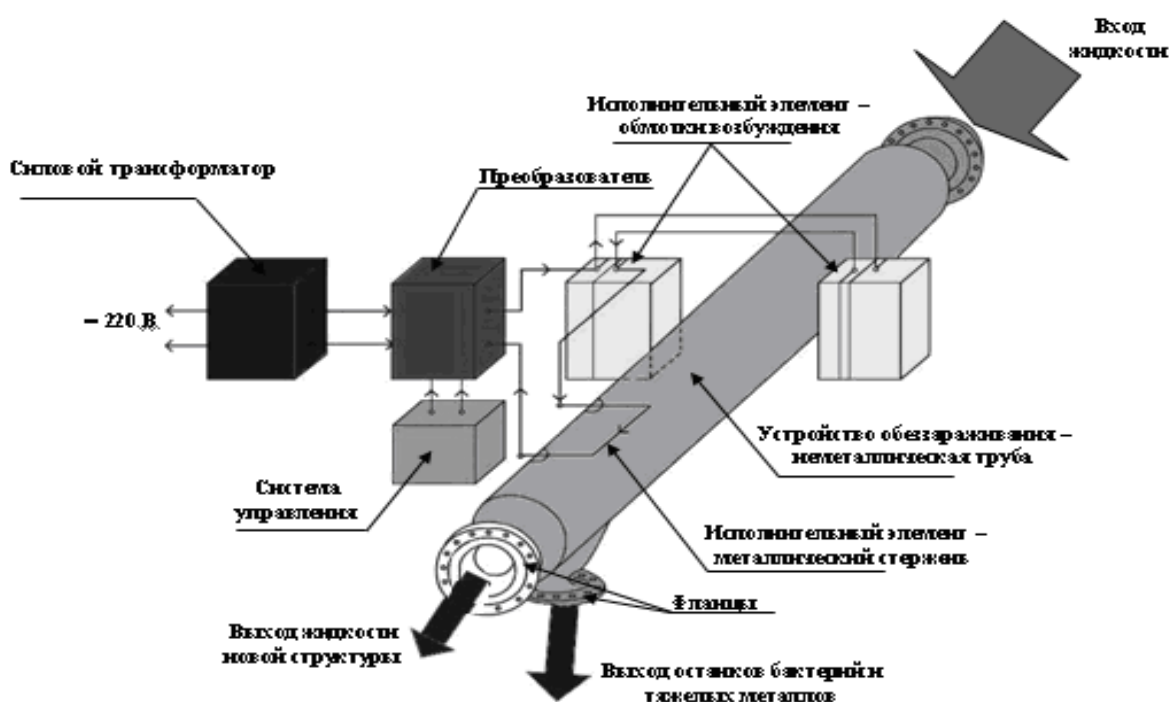


Рис.2. Схематическое изображение конструкции и блоков устройства обеззараживания воды ЕПЭП

Нами предлагается способ одновременного обеззараживания, обессоливания, и нагрева воды пространственным электромагнитным полем. Орбитальные электроны двух атомов водорода и одного атома кислорода создают вокруг себя сильно неоднородное электрическое поле. Там, где градиент его напряженности больше, можно рассматривать как отрицательную зону, а где меньше - положительную.

Известно, что отрицательные заряды располагаются по поверхности. Чем больше отрицательных зарядов в воде, тем более она насыщена кислородом.

Для насыщения воды отрицательными зарядами (кислородом) используется вихревое электрическое поле. Движение отрицательных зарядов в нем происходит по винтовой линии. Под действием этого поля чистая вода, насыщенная кислородом, выводится из резервуара трубы.

Индукция магнитного поля составляет около 6Тл, электрического поля около 100 В/м. Аналогично происходит и обессоливание воды.

Тяжелые металлы выводятся за пределы резервуара трубы специальным отводом, снабженным фильтром. Таким образом, через отвод проходит также чистая обессоленная питьевая вода.

Тепловая энергия представляет собой фотоны инфракрасного и светового диапазонов электромагнитного излучения. В результате действия импульсного электромагнитного поля происходит кавитация молекул воды т.е. образование полостей из газа и воздуха. В результате чего увеличивается внутренняя энергия воды, которая приводит к увеличению температуры. Причем при малых затратах электроэнергии происходит достаточно большое увеличение тепловой энергии. Так, например, в трехметровой трубе диаметром 200 мм, температура увеличивается от 20° С до 80° С, при затратах электроэнергии 7,2 кДж, в тепловом эквиваленте на выходе имеем 19,4 кДж.

Силовой трансформатор питает систему двух катушек индуктивностей, включенных между собой параллельно, встречно и последовательно с ними расположены металлические стержни. Из системы управления подается импульс, который открывает тиристор и через катушки индуктивности протекает ток 120 А. Через трубу протекает вода со скоростью (0,2– 0,4) м/с.

Катушки индуктивности создают поперечное электромагнитное поле. Со стороны поля действует сила, которая создает дополнительное давление.

Под действием этого давления увеличивается расстояние между молекулами воды, образуется область, в которую попадают микробы и микроорганизмы. Затем вода попадает в вихревое электрическое поле, создаваемое стержнем. Электрическое поле захлопывает область, микробы погибают и вода, снабженная ионами кислорода, накручивается на этот стержень, а более крупные частицы оседают вниз и выбрасываются через патрубок, расположенный под углом 45° к основной трубе. Интенсивность очистки можно менять, изменяя частоту следования импульсов, а также изменением диаметра отверстий в трубе. Для этой цели вход и выход трубы снабжены переходниками, позволяющими менять входные и выходные диаметры трубы. Амплитуду тока можно менять с помощью силового автотрансформатора.

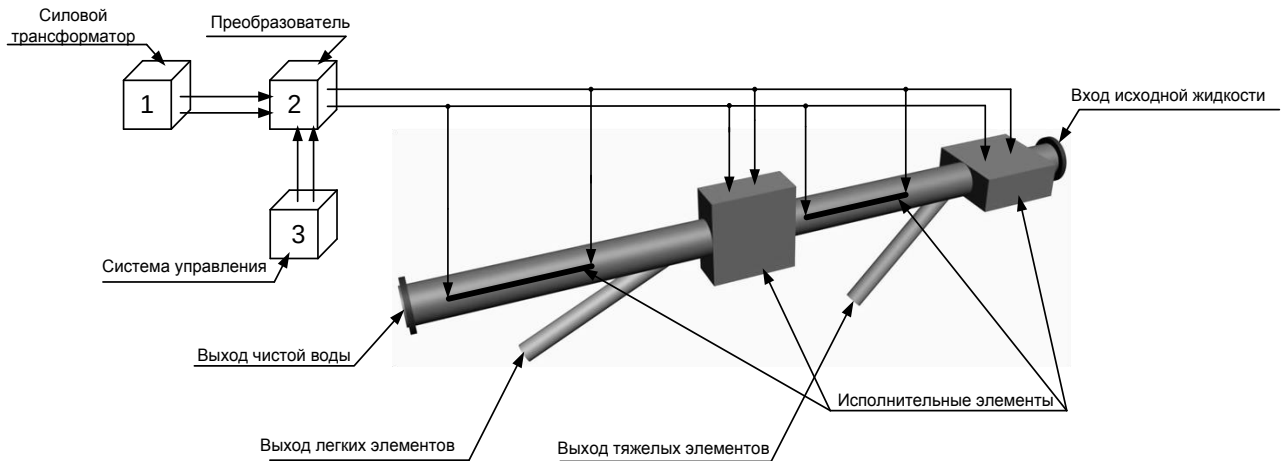
Предлагаемое усовершенствованное устройство систем управления единым пространственным электромагнитным полем, представлено на рис.3. Оно предназначено для безреагентного обеззараживания и очистки воды с улучшенными энергетическими, технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками.

Импульсный генератор состоит из следующих функциональных блоков: одновибратор, делитель частоты, усилитель мощности, блок питания тиристора, согласующий трансформатор.

Предлагаемый нами метод основан на обеззараживании воды при воздействии низкоэнергетических импульсных электрических разрядов.

Выгодно отличаясь, предлагаемый метод обладает более выраженным бактерицидным действием. Доказано, что эффективность бактерицидного

действия низкоэнергетических разрядов обратно пропорциональна величине рабочего напряжения. Результаты экспериментов показали, что предложенная технология достоверно снижала концентрацию в воде фенолов на 70 процента, бензопирена - на 96 процента, нефтепродуктов - на 40 процента. Обеззараживание воды по колли-индексу - 99 процента, общее микробное число – 97 процента.



1 – силовой трансформатор; 2 – преобразователь; 3 – система управления;

Рис.3. Схематическое изображение экспериментального образца разработанного устройства с системой управления

Данная технология позволяет обеспечить:

- безреагентную дезинфекцию воды;
- уничтожение всех видов микроорганизмов, включая вирусы и споры;
- стерилизацию молока и жидких молочных продуктов;
- стерилизацию соков.

Основные технические данные:

Скорость поступления воды в трубу (м/с)	(0,2 ÷ 0,4)
Пульсирующий ток обмотки возбуждения (А).....	(80÷300)
Напряжение питания силового трансформатора (В).....	~ 220
Частотный диапазон регулирования преобразователя (Гц)	(50 ÷ 25)
Число витков обмотки возбуждения	2 × 400
Габариты, (м)	6 × 0,5 × 0,5
Диаметр трубы, (м).....	0,2
Масса, (кг)	500

Теория единого пространственного поля предполагает взаимодействие четырёх полей: импульсного продольного электромагнитного поля, импульсного электрического, вращающегося электромагнитного и гравитационного.

Как известно в произвольном сечении трубы с текущей жидкостью, центр тяжести которой находится на высоте h от нулевого уровня отсчета,

выполняется закон Бернулли. С энергетической точки зрения давление есть работа, совершаемая внешними силами над единым объёмом жидкости

$$W = \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости.
 v – скорость движения через данное сечение трубы,
 g – момент инерции вращающейся жидкости,
 ω – угловая скорость вращения жидкости.

Вода, находясь в замкнутом пространстве (непроводящей трубе) испытывает давление со стороны единого пространственного поля, которое определяется силой, приходящей на единицу внешней поверхности:

$$F = \frac{\mu_0 H_0^2}{2}, \quad (2)$$

где F – сила действующая со стороны единого пространственного поля,
 H_0 – напряженность поля.

С другой стороны:

$$F = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 a^2}, \quad (3)$$

где a – радиус трубы.

Однако, Максвелловское представление о давлении поля кажется слишком формальным - нам легче и нагляднее представить происхождение такого давления, как взаимодействие единого пространственного поля и тока движущихся зарядов.

Молекула воды имеет большой дипольный момент $P_e = 6.1 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ вследствие чего на расстояниях, имеющих порядок расстояния между молекулами в жидкостях ($r = 1 \text{ А} = 10^{-10} \text{ м}$) вокруг неё возникает сильное электрическое поле. Это является причиной электрической диссоциации.

Следовательно, единое пространственное поле усиливает процесс диссоциации в воде, а орбитальные электроны двух атомов водорода и одного атома кислорода воды создают вокруг себя сильное неоднородное электрическое поле, что приводит к разделению воды и содержащихся в ней соединений на элементы.

Этот процесс усиливается за счёт вращающегося электромагнитного поля.

Известно, что отношение силы Ампера к силе сопротивления давления

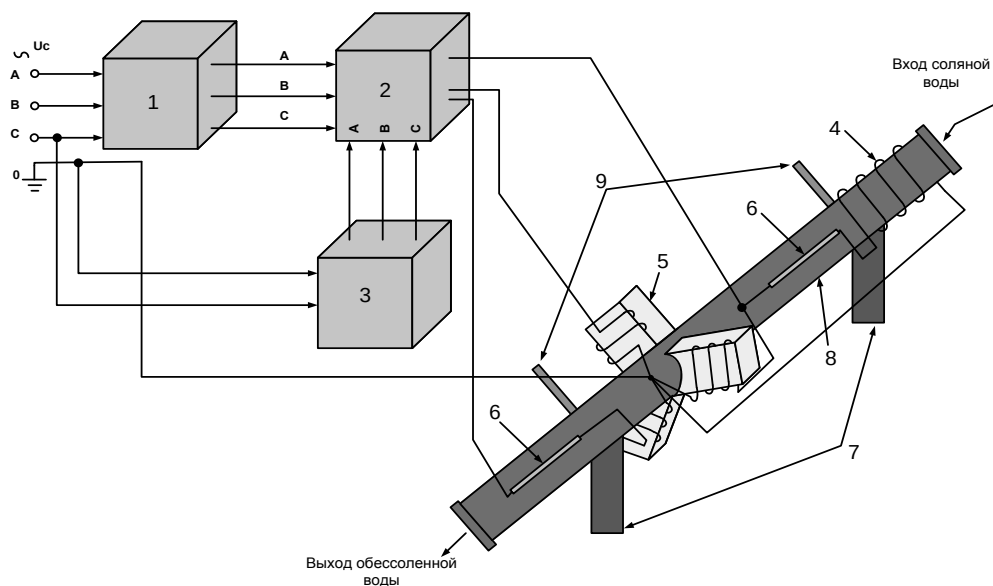
$$\text{называют критерием Стюарта } N = \frac{\gamma \cdot B^2 \cdot \ell}{\rho \cdot v}, \quad (4)$$

где γ – удельная проводимость жидкости,
 B – индукция магнитного поля,
 ℓ – длина участка жидкости в трубе.

Сравнение силы Ампера с силой сопротивления давления даёт нам критерий Гартмана:

$$M = \sqrt{\frac{F_A}{F_{TP}}} = Bl \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}} \quad (5)$$

где η – коэффициент вязкости жидкости.



1 – источник трехфазного питания; 2 – преобразователь – импульсный трехфазный генератор; 3 – система трехфазного управления;
 4 – обмотка возбуждения - исполнительный элемент в виде соленоида;
 5 – обмотка возбуждения - исполнительный элемент в виде трехфазной обмотки; 6 – два металлических стержня; 7 – отводы для выхода легких и тяжелых элементов (один для выхода легких элементов, а второй для выхода тяжелых элементов); 8 – неметаллическая сливная труба; 9 – два газгольдера для выхода накопленных газов в трубе вводимых элементов из воды.

Рис.4. Функциональная схема УЕП

Если жидкость течёт по трубе поперёк единого пространственного поля, то при малых числах Гартмана или Стюарта поле слабо влияет на характер течения, и сопротивление движению возникает в основном из-за вязкости жидкости.

При больших числах Стюарта или Гартмана вязкость жидкости отступает на второй план, сопротивление движению возникает в основном из-за взаимодействия жидкости с единым пространственным полем. Этот процесс усиливается при кавитации молекул воды во вращающемся электромагнитном поле. В результате чего вода насыщается отрицательно заряжёнными ионами кислорода, то есть она становится чистой.

На рис.4. представлена функциональная схема разработанной нами установки очистки, обеззараживания и обессоливания воды.

За счёт различных влияний внешнего электромагнитного и импульсного электрического полей на ферромагнитные, парамагнитные и диамагнитные материалы в отроги трубы и газгольдера все вредные для здоровья человека элементы выводятся наружу.

Таким образом, единое пространственное поле очищает, обеззараживает и обессоливает воду. Регулируя частотой, длительностью и амплитудой импульсных напряжений можно менять качество очищения воды и ее состав.

В третьей главе **«Разработка систем управления для устройств пространственного электромагнитного поля»** описываются вопросы разработки систем управления для устройства пространственного электромагнитного поля, принципам построения источника питания для систем управления УЕПП и рассмотрены процессы, происходящие в устройстве.

Выявлено что, при малых токах, примерно до 80 А, характеристика УЕПП имеет падающий вид – при возрастании тока, напряжение на устройстве падает. Это необходимое свойство УЕПП, которое было использовано при разработке устройства управления. С целью облегчения получения максимального электромагнитного поля применяют обычно осцилляторы и различные устройства, повышающие выходное напряжение УЕПП.

На рис.5. приведена вольтамперная характеристика (ВАХ) управления системы УЕПП.

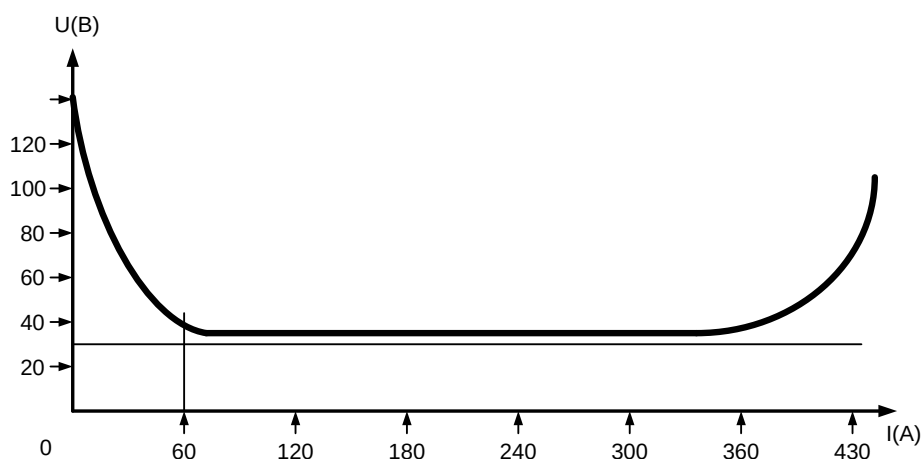


Рис.5. Вольтамперная характеристика УЕПП

На рис.6. показана ВАХ управления, рассмотренного УЕПП для токов менее 100 А, но именно от того, насколько характеристика источника на этом участке будет похожа на характеристику УЕПП, зависит устойчивость работы УЕПП.

Основной источник питания УЕПП имеет пологопадающую характеристику с крутопадающим хвостовым участком, ограничивающий максимальный ток короткого замыкания $I_{кз}$. Высокое выходное напряжение холостого хода обеспечивает стабильную и устойчивую работу УЕПП во всех режимах.

Участок ВАХ (рис.5.), который начинается примерно с 60 А и продолжается примерно до 300 А, является стабилизатором напряжения и наиболее подходящим для работы УЕПП.

Напряжение на УЕПП на этом участке не зависит от приложенного тока, а зависит только от конструктивных особенностей катушек индуктивностей и медного стержня УЕПП.

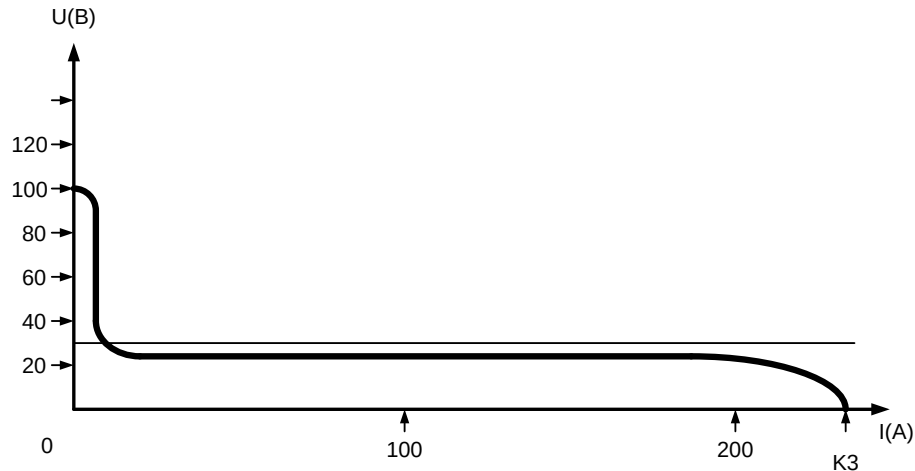


Рис. 6. Вольтамперная характеристика управления

Величину этого напряжения можно вычислить по формуле:

$$U_Y = U_K + U_c, \quad (6)$$

где U_Y – напряжение на УЕПП, В; U_K – напряжение на катушках, В;

U_c – напряжение на стержне, В. Напряжение на катушках УЕПП:

$$U_K = I R_K, \quad (7)$$

где $R_K = 0.32 \text{ Ом}$ – сопротивление катушек; $I = 80 \text{ А}$ – ток на катушках;
 $U_c = 12 \text{ В}$.

Общее напряжение на УЕПП:

$$U_Y = 80 \times 0.32 + 12 = 37.6 \text{ В}. \quad (8)$$

Установлено, что в рабочем диапазоне от $I = 80 \text{ А}$ до $I_{\max}$ устойчивую работу УЕПП обеспечивает напряжение не ниже 37,6 В, а для стабильной работы УЕПП необходимо напряжение управления 46–52 В.

Исходя из требуемых напряжений управления и тока на исполнительном элементе катушек обмотки возбуждения, с учетом проблемы случайного изменения фазы включения управляющего тиристора, предложена схема управления тиристорами.

Частота управляющих воздействий задается генератором пилообразных импульсов - ГПИ, который выдает два выходных напряжения, сдвинутых на 180 эл. градусов.

Предлагаемая схема устройства управления импульсным генератором (рис.7) состоит из следующих функциональных блоков: одновибратор, делитель частоты, усилитель мощности, блок питания, устройство обеззараживания.

При исследовании влияния на КПД электромагнита импульсов напряжения в форме усеченных полуволн синусоиды варьировались углы отсечки θ .

При отсечки по переднему фронту угол θ изменяется от нуля до 45° , по заднему фронту - от 180° до 120° . Каждый новый угол отсечки изменяет форму импульса. Следовательно, число форм импульсов фактически равняется не трем, а количеству вариаций углов отсечки.



Рис. 7. Функциональная схема устройства управления импульсным генератором

В четвертой главе «Исследования устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем» описываются теоретические и экспериментальные исследования устройств систем управления ЕПЭП.

Предложен способ обеззараживания и очистки воды, основанный на теории единого пространственного поля, с использованием положения теории электромагнитного поля, который предусматривает нелинейную зависимость механического эквивалента от энергии поля (рис.8).

Начиная с точки «а» механическая энергия W_M , резко увеличивается с увеличением энергии поля W_H . В результате под действием полученной энергии совершается механическая работа. Со стороны поля действует сила, которая определяется соотношением:

$$\vec{F} = \text{grad} W_M \quad (9)$$

где W_M – механическая энергия; $\vec{F}$ – сила, действующая со стороны единого пространственного поля.

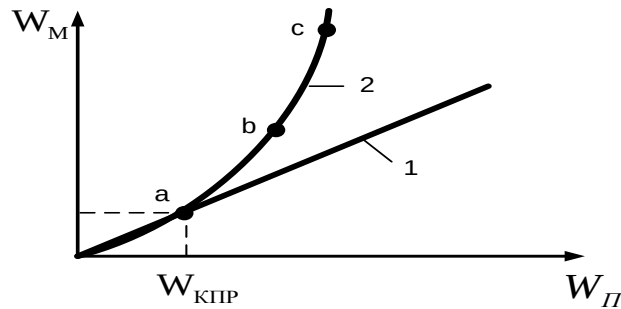
Формула (9) позволяет рассчитывать все известные взаимодействия: электромагнитные, гравитационные, сильные и слабые. Для этого необходимо знать уровень основной энергии, сконцентрированной в пространстве и перепады этой энергии от данного типа взаимодействия.

Теория единого пространственного поля предполагает взаимодействие четырех полей: импульсного электромагнитного, импульсного электрического, постоянного магнитного и гравитационного.

Рассмотрены модели установки при включении поля. Известно, что вода имеет диамагнитные свойства и при взаимодействии с магнитным полем, она из него выталкивается. В результате должна возникнуть сила, тормозящая поток. Так как число молекул воды в каждой единице объема одинаково, то эпюра тормозящих сил будет представлять собой прямую линию.

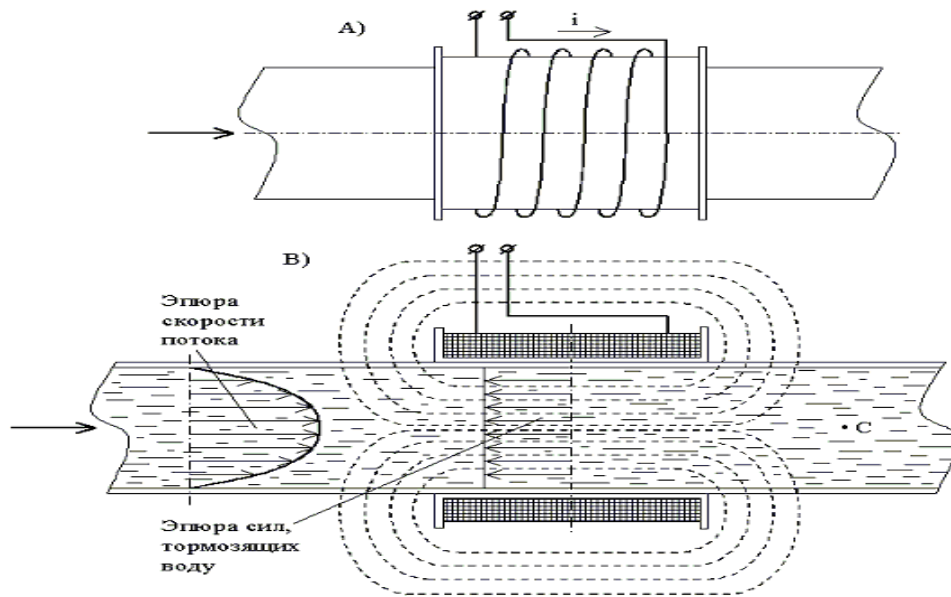
Таким образом, внутри соленоида и непосредственно перед ним в потоке возникает участок сжатия, где давление жидкости выше, а

скорость движения меньше, чем в остальном потоке. Но, благодаря объемной прочности жидкости, ее поток неразрывен, и непосредственно за участком сжатия должен образоваться участок растяжения, где давление меньше, а скорость выше, чем в основном потоке (точка "С" на рис.9). Возникновение под действием поля градиента давление вызывает в воде эффект кавитации.



1—линия касательная к нелинейной характеристике для случая линейной системы;
2—зависимость механической энергии от энергии поля для нелинейной системы.

Рис. 8. Зависимость механического эквивалента от энергии поля



А) вид снаружи; В) вид в разрезе

Рис. 9. Модель установки

Определены выражение электромагнитной силы с двумя обмотками возбуждения, используя основное аналитическое выражение для силы и для энергии магнитного поля. Ограничимся приведением окончательного выражения для электромагнитной силы в системе с двумя обмотками возбуждения.

$$F_3 = dA_M / d\delta = (d / d\delta) \left[(1/2) L_2 \Psi_1^2 + (1/2) (L_1 \Psi_2^2 - M \Psi_1 \Psi_2) \right] / D. \quad (10)$$

где: $M = M_{12} = M_{21}$ – (взаимные индуктивности) необходимое условие для того, чтобы энергия магнитного поля являлась функцией состояния потокосцепления.

$$\begin{aligned} \Psi_1 &= L_1 i_1 + M_{12} i_2; \Psi_2 = M_{21} i_1 + L_2 i_2. \\ A_M &= \int_0^{\Psi_1} \left(\frac{1}{D} \right) (L_2 \dot{\Psi}_1 - M_{12} \cdot 0) d\dot{\Psi}_1 + \int_0^{\Psi_2} \left(\frac{1}{D} \right) (L_1 \dot{\Psi}_2 - M_{21} \Psi_1) d\dot{\Psi}_2 = \\ &= \left(\frac{1}{D} \right) [(L_2 \Psi_1^2 / 2) + (L_1 \Psi_2^2 / 2) - M_{21} \Psi_1 \Psi_2], \end{aligned} \quad (11)$$

где D – определитель, состоящий из коэффициентов уравнений (12), не равный нулю:

$$D = L_1 L_2 - M_{12} M_{21}. \quad (12)$$

Для линейной магнитной системы коэнергия равна энергии магнитного поля. Таким образом, для определения силы в системе с двумя обмотками возбуждения в итоге имеем

$$F_\delta = -[(1/2)i_1^2 (dL_1 / d\delta) + (1/2)i_2^2 (dL_2 / d\delta) \pm M i_1 i_2]. \quad (13)$$

В общем случае последнее слагаемое в формуле (13) должно содержать оба знака для того, чтобы учесть способ включения обмоток возбуждения, последовательно или параллельно.

Устойчивость линейной системы определяется её характеристиками и не зависит от действующих воздействий.

На рис.10. представлена функциональная схема систем управления единым пространственным электромагнитным полем.

Здесь: ИП – источник питания; БУ – блок управления; ОВ – обмотка возбуждения; С – стержень (металлический, расположенный в немагнитической трубе); D – входная величина; Y – выходная величина.

Для выяснения области устойчивой работы разработанного устройства, воспользуемся выведенным уравнением, динамические свойства которого описываются характеристическим уравнением:

$$a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0 = 0, \quad (14)$$

Где: $a_0 = 400$; $a_1 = 16.8 \cdot 10^{-5}$; $a_2 = 1.705 \cdot 10^{-3}$; $a_3 = 9.5 \cdot 10^{-9}$.

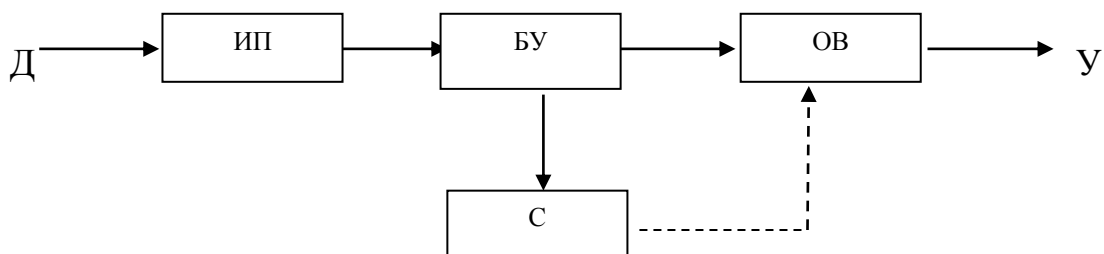


Рис. 10. Функциональная схема систем управления единым пространственным полем

Используя критерий Гурвица, составим программу для ЭВМ и построим область устойчивости в плоскости двух характерных параметров K и T_1 .

Уравнение аperiодической границы устойчивости найдём, приравняв к нулю свободный член характеристического полинома $K = -1$, колебательной границы устойчивости:

$$a_1 a_2 - a_0 a_3 = 0. \quad (15)$$

Из уравнения (15) получим уравнение колебательной границы устойчивости,

$$K = a_1 a_2 / a_3 - 1. \quad (16)$$

С использованием критерия Гурвица составлена Excel программа для построения колебательной границы устойчивости.

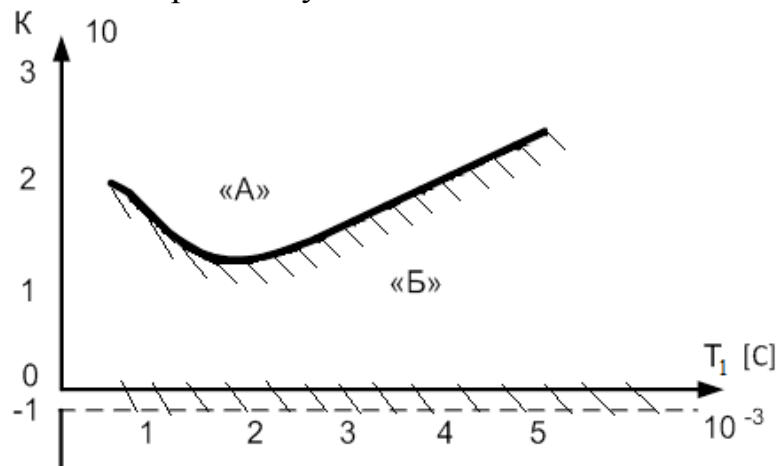


Рис. 11. Область устойчивости системы

По результатам исследований построена область устойчивости, которая представлена на рис.11. Область «А» является неустойчивой. Все значения параметров, определяемые координатами этого отрезка, окаймлённого штрихом, т.е. область «Б», соответствует устойчивому состоянию системы.

Из расчетов и области устойчивости вытекает, что система работает в зоне устойчивости.

Определены амплитудно-фазо-частотные характеристики и качество переходного процесса для реальных параметров систем управления с обмоткой возбуждения ЕПЭП.

По заданным элементам схемы представим пассивную электрическую цепь (рис.12), которая состоит из активных и реактивных сопротивлений в следующем виде.

Согласно входному – u_1 и выходному – u_2 напряжений для пассивной реальной электрической цепи определим переходную функцию. С учетом ветвей схемы (рис.12), поменяв сопротивление ветвей на комплексное сопротивление $\dot{Z}_1$ и $\dot{Z}_2$, получаем следующую эквивалентную схему (рис.13). Через эквивалентные сопротивления напомним передаточную функцию цепи:

$$W(p) = \frac{u_2(p)}{u_1(p)} = \frac{Z_2(p)}{Z_1(p) + Z_2(p)}. \quad (17)$$

С учетом комплексных сопротивлений реактивных элементов и сопротивлений ветвей, записав их в операторной форме с учетом постоянных времени и коэффициентов, приводим итоговую формулу для разомкнутой системы:

$$W(p) = \frac{k_2(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}{k_1(1 + T_{11} \cdot P)(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{21} \cdot P) + k_2(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}. \quad (18)$$

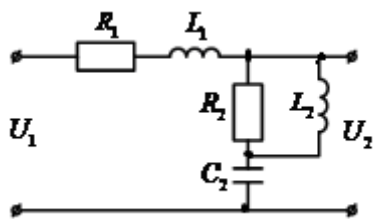


Рис.12. Пассивная электрическая цепь

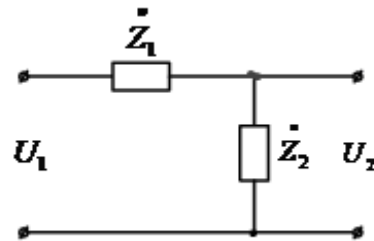


Рис. 13. Эквивалентная схема пассивной электрической цепи

После некоторых преобразований получаем следующую итоговую форму уравнения для разомкнутой системы:

$$W_{раз}(p) = \frac{\epsilon_2 \cdot P^2 + \epsilon_1 \cdot P + \epsilon_0}{a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0} = \frac{B(p)}{A(p)}. \quad (19)$$

$$\text{Здесь: } a_3 = k_1 \cdot T_{11} \cdot T_{22}^2; \quad a_2 = k_1(T_{22}^2 + T_{11} \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2; \quad a_1 = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23}; \quad a_0 = k_2; \\ \epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2; \quad \epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23}; \quad \epsilon_0 = k_2.$$

Пассивная цепь имеет следующие параметры:

$$R_1 = 0,17 \text{ Ом}; \quad L_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}; \quad R_2 = 200 \text{ Ом}; \quad C_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}; \\ L_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}; \quad \omega = 2\pi f_c = 157 \text{ Гц}; \quad j = \sqrt{-1}.$$

Используя передаточные функции замкнутой автоматической системы при входном воздействии $g = 2B$ (ступенчатое напряжение), рассчитаны и построены характеристики переходного процесса.

Параметры переходной функции:

$$k_1 = R_1 = 0,17; \quad T_1 = \frac{L_1}{R_1} = 88,235 \cdot 10^{-2}; \quad k_2 = R_2 = 200.;$$

$$T_{21} = R_2 \cdot C_2 = 4 \cdot 10^{-4}; \quad T_{22} = \sqrt{L_2 \cdot C_2} = 4 \cdot 10^{-4}; \quad T_{23} = \frac{L_2}{R_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{200} = 1 \cdot 10^{-4};$$

$$a_3' = k_1 \cdot T_1 \cdot T_{22}^2 = 59,84 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6}; \quad a_2' = k_1(T_{22}^2 + T_1 \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2 = 1,6 \cdot 10^{-4};$$

$$a_1' = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-6}; \quad a_0' = k_2 = 200;$$

$$\epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2 = 8 \cdot 10^{-2}; \quad \epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-2}; \quad \epsilon_0 = k_2 = 200.$$

Характеристический многочлен замкнутой автоматической системы определяется как сумма числителя и знаменателя многочленов разомкнутой системы, т.е.

$$A(p) = a_3' p^3 + a_2' p^2 + a_1' p + a_0' + \epsilon_2 \cdot p^2 + \epsilon_1 p + \epsilon_0. \quad (20)$$

После некоторых сокращений, получаем уравнение третьего порядка со следующими коэффициентами, т.е.:

$$\begin{aligned} a_0 &= a_0' + \epsilon_0 = 400; & a_1 &= a_1' + \epsilon_1 = 2,02 \cdot 10^{-2}; \\ a_2 &= a_2' + \epsilon_2 = 1,6 \cdot 10^{-4}; & a_3 &= a_3' = 60 \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (21)$$

$$A(p) = a_3 \cdot p^3 + a_2 p^2 + a_1 \cdot p + a_0.$$

Определены корни характеристического многочлена с применением формулы Кардана. В данном случае будет соответственно так,

$$V = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad P = - \begin{bmatrix} P_1 = -188,501212 \\ P_2 = 92,9173 - 163,5026 j \\ P_3 = 92,9173 + 163,5026 j \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Продифференцируя характеристическое уравнение (20) многочлена по параметру получим: $Q(p) = 3 \cdot a_3 p^2 + 2a_2 p + a_1.$ (23)

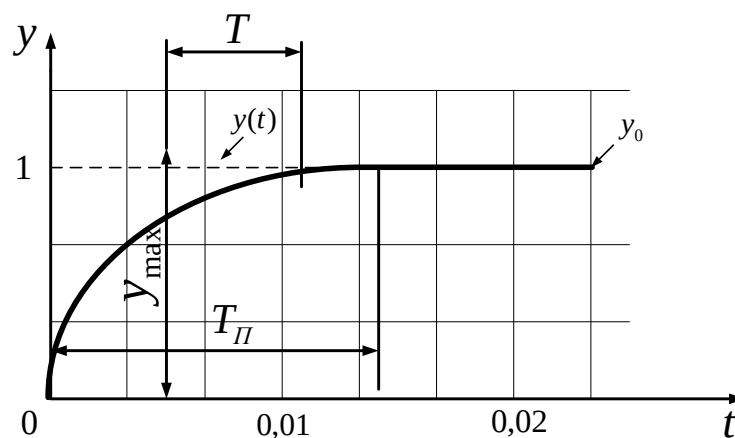


Рис. 14. Характеристика переходного процесса

Если, в знаменателе многочлена (19) передаточной функции

$$B(p) = \varepsilon_2 p^2 + \varepsilon_1 p + \varepsilon_0, \quad (24)$$

тогда

$$\text{а) устойчивая составляющая } y_0 = g \frac{B(0)}{A(0)}; \quad (25)$$

$$\text{б) переходная составляющая } y(t) = g \sum_k \frac{B(p_k) \cdot \exp(p_k t)}{p_k \cdot Q(p_k)}; \quad (26)$$

$$\text{в) переходная характеристика } y(t) = y_0 + y(t). \quad (27)$$

Характеристика переходного процесса представлена на рис.14, где показана время переходного процесса T_n .

Выявлено, что на переходные процессы в системе управления накладываются определенные ограничения, связанные с особенностями работы систем.

В пятой главе **«Оценка надежности, экономической эффективности и вопросы применения устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем»** приводятся результаты проведенных вычислительных оценок надежности, экономической эффективности и применения разработанного устройства систем управления ЕПЭП. При этом изучена оценка надежности, приводятся расчеты экономической эффективности, основные технические данные разработанного устройства для систем управления и применение устройства систем управления ЕПЭП.

Произведен расчет надежности двух разработанных устройств управления единым пространственным электромагнитным полем с учетом влияния температуры, влажности, солнечной радиации и др.

Проведенные исследования надежности прототипа и разработанного устройства управления единым поверхностным электромагнитным полем показали, что это является наиболее надежным разработанным устройством.

В работе также приведены отдельные примеры практического применения разработанного устройства в: химической промышленности; пищевой промышленности; жилищном хозяйстве; малой энергетике; сельском хозяйстве; животноводстве; медицине; составе технологического комплекса.

В заключении подведены итоги исследований и сформулированы основные выводы.

В приложении диссертации приведены: схематическое изображение конструкции; чертежи и схемы моделирования систем управления; буклеты об участии в инновационной ярмарке; акты проведенных испытаний опытного образца промышленной установки обеззараживания воды; акты о внедрении и справка об использовании результатов исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты выполненных исследований, в диссертационной работе впервые проведены комплексные исследования УЕПП. Промышленные, экспериментальные и теоретические исследования позволили установить стабильную работу УЕПП при использовании современных электронных устройств управления, обеспечивающий его устойчивую работу в рабочем диапазоне тока.

Основные научные результаты, выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. Установлено, что исследование вопросов сравнительного анализа силовых электромагнитных импульсных систем и силовых электромагнитных устройств систем управления единого пространственного поля показало, что наиболее полно поставленным требованиям отвечает устройство системы управления исполнительным элементом, базирующееся на использовании импульсного электромагнитного поля и вихревого электрического поля.

2. Разработаны устройства систем управления тиристорным преобразователем частоты для установки очистки и обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем, обеспечивающая постоянство формы и амплитуды колебаний энергии в исполнительном соленоиде обмоток возбуждения.

3. Исследованы устройства системы управления исполнительным элементом с помощью программного продукта Electronics Workbench и инструментальной программы C⁺⁺ Bulder, промоделированные данные дали возможность уточнить и визуально исследовать процессы, происходящие в устройстве, усовершенствовать схему системы управления.

4. Установлено из вольт – амперной характеристики управления устройством единого поверхностного поля, что начиная с 60 А и до 300 А линейный участок вольт – амперной характеристики является рабочим участком напряжения и наиболее подходящим для работы УЕПП. Напряжение на УЕПП на этом участке не зависит от приложенного тока, а зависит только от конструктивных особенностей катушек индуктивностей обмотки возбуждения исполнительного элемента и медных стержней УЕПП. Для стабильной работы УЕПП определено напряжение управления, обеспечивающее устойчивую работу УЕПП в рабочем диапазоне тока.

5. Предложена методика расчета для линейной магнитной системы, определены электромагнитные силы обмоток возбуждения исполнительного элемента при их последовательном и параллельном соединении. Особенностью этой методики является то, что соотношения между потокосцеплениями и токами для такой системы имеют вид линейных уравнений, содержащие индуктивность и взаимоиндуктивность обмоток возбуждения исполнительного элемента.

6. Установлено, что условие минимизации относительных потерь в меди обмоток возбуждения с учетом его характеристик можно обеспечить лишь

при вполне определенной форме импульса напряжения на их зажимах. В электромагнитной системе с ненулевым активным сопротивлением электрической цепи и конечным значением индуктивности можно получить минимальную величину относительных потерь энергии в меди обмоток возбуждения, если импульсы квадрата тока и производной индуктивности по времени выполнять одинаковыми по форме.

7. Исследованы динамические свойства, вопросы устойчивости и определены запасы устойчивости переходных процессов для реальной системы управления ЕПЭП, обеспечивающие нормальные режимы работы устройства. Из проведенных экспериментальных исследований работы системы управления ЕПЭП следует, что новая разработанная система полностью отвечает всем требованиям, предъявляемым к системам управления такими устройствами в динамических режимах работы.

8. Разработаны алгоритмы расчета надежности устройств систем управления ЕПЭП, которые позволяют определить количественные характеристики их надежности при эксплуатации.

9. Промышленный образец прошёл испытания на очистных сооружениях Саларской станции аэрации ССА ГУПТ «Сувсоз». Использование промышленного образца позволило снизить колли-индекс практически на 99 процент.

10. Разработанные устройства систем управления ЕПЭП обеспечивают превосходство по основным техническим параметрам таким как: коэффициент полезного действия, уровень шума, потребляемая мощность электроэнергии и возможность широкого применения.

При применении устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем надежность увеличилась в 1,4 раза, коэффициент полезного действия на 20процент, производительность обработки воды и срок службы повысилась в два раза.

Экономический эффект от внедрения устройства системы управления ЕПЭП составляет 67 млн. сум в год.

Таким образом, на основе теоретического обобщения и практической реализации, изложенных в работе новых научных положений, решена крупная проблема разработки устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем, имеющая важное народнохозяйственное значение.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD SCIENTIFIC
DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCES 16.07.2013.T.02.01
AT TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY AND
INSTITUTE OF ENERGY AND AUTOMATION**

TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY TRANSPORT ENGINEERS

IBRAGIMOVA OZODA

**DEVICE MANAGEMENT SYSTEMS SINGLE SPATIAL
ELEKTROMAGNETIK FIELD**

**05.01.06 – Elements and devices of the computing facilities and control systems
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent – 2016

The subject of doctoral dissertation is registered by Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number 12.05.2015/B2015.1.T466.

Doctoral thesis was carried out at Tashkent State Institute of Railway Engineers.

Abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English) is available on the website of the Scientific Council (www.tltu.uz) and information-educational portal «ZIYONET» (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant: **Amirov Sultan Fayzullaevich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Radgabov Telman Dadaevich**
Academician of the AS RUz,
doctor of physical and mathematical sciences,
professor

Plahtiev Anatoli Mihaylovich
doctor of technical sciences, professor

Abdukaymov Abdurashid Abdukaymovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Specialized konstruktorsko-tehnologicheskoe byuro at the
Institute of the ion-laser technology plazmennyhi
Akademi nauk the Republic of Uzbekistan**

Defense of dissertation will be taken place in « » march 2016 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of the scientific council 16.07.2013.T.02.01 at the Tashkent State Technical university and the Institute of Energy and Automation. (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

Doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent state technical university (registration number 09). (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-03-41).

Abstract of dissertation sent out on “ ” February 2016 year.
(mailing report № , on “ ” February 2016 year)

N.R. Yusupbekov
Chairman of scientific council on award of
scientific degree of doctor of sciences,
Doctor of technical sciences, professor,
Academician of the AS RUz

O.O. Zaripov
Scientific secretary of scientific council,
doctor of technical sciences.

Sh.M. Gulyamov
The chairman of scientific seminar under
scientific council, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (Abstract of doctoral dissertation)

The topicality and demand of the theme of dissertation. At present, the accelerated development of new technologies around the world enhances the demand for the use of the electromagnetic field device management systems, production processes, every day. The world is currently about 35% of sewage and drinking water should be cleaned, decontaminated and desalted. In this context, the rational use of drinking water, municipal and industrial, sewage, improving the quality of processing, with the help of technical means of cleansing and disinfection and technologies usoverschenstvovanie comprehensive measures are priorities.

Globally, currently about 2-3% (KW. hour) of electricity generated is spent on the purification of waste water, decontamination and desalination. In this regard, one of the main objectives of the national economy is to provide decontamination and desalination devices with high performance and efficiency, greater reliability and energy efficiency, it becomes important.

In this regard, according to existing technologies reagent methods of cleaning and disinfection are costly and ineffective, in which water is not enough cleaned and disinfected, does not provide high reliability and economic efficiency. Based on these provisions, it is appropriate to study, research devices, control systems unified spatial electromagnetic field. On the basis of performed cleaning, disinfection, desalination and desalination, which provides energy saving, high reliability, performance, and versatility that is highly relevant.

In this regard, of particular interest is the introduction and improvement of science-based technologies of processing and analysis of cleaning methods, decontamination and desalination of water, based on the pulse and vortex electric, electromagnetic, magnetic, gravitational and twisting vortex field device management systems, unified spatial electromagnetic field.

This dissertation research to some extent is to complete the task given to the Cabinet of Ministers "Improvement of water supply control systems», №320 of 21 July 2003 "On the economical use of water resources», №183 from April 14, 2004.

Relevant research priority areas of Science and Technology of the Republic. This dissertation is made in accordance with the priority areas of science and technology PPI-3 - "Energy, energy - resource conservation, transport, mechanical engineering and instrument-making."

Review of foreign scientific research on the topic of the dissertation.

Extensive research on the development of components and devices of control systems for medium cleaning and disinfection are carried out by large firms, companies, research centers, universities and research institutes in foreign countries, in particular the General Elektrik, SeaTEch (USA), Chint (China), Simmens , Ge Fanuk (Germany), Mitshubishi (South Korea), HAWK, Festo (UK), Rosa center of "conversion", LLC "Aquaphor-Trading" (Russia), MOX, ABB (Denmark), Honeywell, Wonderwage (Holland).

In the world of disinfection and cleansing done by a number of hardware and technology, research and development in particular glass reinforcing polymers for waste water, mechanical screens, sumps, septic tanks, and means of purification of

compact station (Company of SALHER, Germany); microprocessor control observing filtering drinking water, provides an improved electrical transformers and magnetic parameters (Rosa center of "conversion", Russia), MOHAVV Denmark, based on the technology of ultra violet radiation of treated waste water for industries and public utilities (Byreni epro, Russian), developed a new method of purification phase of municipal waste water (Indiana Water Resources Research Center, USA).

Are currently under research and development in priority areas of cleaning, disinfection and desalination production and utilities, sewage, household and drinking water with the help of a single spatial electromagnetic field control system devices, directly on the direction of the pipe where water flows simultaneously cleaned and disinfected, and they also destroy viruses and microbes.

The extent of the problem of knowledge. An analysis of the literature shows that cleaning, disinfection, and desalination of water devoted numerous works related to the use of electrical energy, such as electrochemical, ultrasonic treatment of silver ions, electrolysis, elektroflotatsionnye, electrophoresis, elektroagulyatsiya processing VHF power and the creation of theoretical technological and practical bases considered by scientists: Taniewska-Osinska Stefania, Palecz Bartlomiej, Anthony J. Whetltr, Kanarev Ph.M., YP Rassadkin, VV Sidorenko MV Bobyr, V.S.Titov, SG Emilyanov, AA Sheviakov, RV Yakovlev, IA Kalyaev VV Korobkin, AP Kuhorenko et al.

Along with foreign scientists a major contribution to solving this problem, scientists have brought our country, namely: AR Radjabov, MI Ibragimov, AS Bedrishev and other decontamination and desalination water treatment technology in the rural areas with the use of electric and magnetic influences. However, research to improve the effectiveness of cleaning, disinfection and desalination of wastewater without the use of reagents in the control systems of devices a single spatial electromagnetic field requires the following additional study.

In addition, when the system analysis of scientific and technical research, the use of control systems Devices for cleaning, disinfection and desalination of waste water and drinking water with energy-saving, high reliability, with a large capacity is not carried out enough research and methods for solving practical problems are not reflected at the proper level.

Communication dissertation topic with the plans of scientific research institution of higher education and research institution, where he completed the thesis. The thesis is carried out in accordance with the plan of scientific - research works of the Tashkent Institute of Railway Transport Engineers on the following themes: economic treaty №86. "Integrated water disinfection system is the electromagnetic field" (2004-2006), economic treaty № 98. «Production of industrial design an integrated system of water disinfection magnetic field" (2007-2008).

The purpose of the study is to provide a unified management systems spatial electromagnetic field for cleaning, disinfection, desalination of sewage and drinking water.

To achieve this goal formulated the following **research objectives**:

- to develop a pulsed system and a control system for cleaning, disinfection and desalination wastewater and drinking water;

- to develop a new design of a control system for purification, disinfection of wastewater and drinking water on the basis of a single spatial electromagnetic field;

- the use of a single device management systems spatial electromagnetic field; determination of the parameters of the field winding actuator control systems unified spatial electromagnetic field;

- research and a comparative analysis of the main characteristics of the control systems of a single spatial electromagnetic field;

- development of recommendations for the practical application of the proposed device.

The object of study: the device management systems unified spatial electromagnetic field, its reliability, energy performance, stability, transient processes, design processes.

Subject of research: technology development and research of the power pulse devices, control systems unified spatial electromagnetic field for cleaning, disinfecting and water desalination.

Research methods. The thesis used the theory of electric and magnetic circuits, the theory of reliability of technical systems, analytical and experimental research methods. Analytical methods based on modern theory of functional electronics, semiconductor electronics and mathematical statistics. For charting used Fourier series and programming elements. The proposed scheme thyristor control system, the processes taking place in the scheme and reliability of the systems used by the software package Electronics Workbench and C ++ Builder.

Methods of research. The scientific novelty of the research is as follows:

- developed the design scheme of control system devices thyristor frequency converters to install water purification and disinfection pulsed electromagnetic field;

- first developed nonchemical treatment devices, disinfection, desalination and desalination single spatial electromagnetic field;

- theoretically proved the possibility of the formation and implementation of a unified spatial field with the interaction of the longitudinal pulsed electromagnetic fields, pulsed electric field, rotating electromagnetic and gravitational fields;

- first developed a unified management system device spatial rotating electromagnetic field for disinfection, desalination with longitudinal and transverse excitation windings;

- developed a three-phase system control pulsed electromagnetic field devices for water desalination.

Practical research results are as follows:

created by modern devices unified spatial electromagnetic field control system that increases 2 times the water processing performance and service life, reliability, 1.4 times, the efficiency is 20%;

developed a unified management system device spatial electromagnetic field with great efficiency and reliability, which eliminate the shortcomings of the existing decontamination systems, purification and desalination of water and the proposed technology significantly reduces the concentration in water of phenols by 70% benzopyrene 96%, oil 40% , water disinfection for Collie-index by 99% and total bacterial count (TBC) by 97%;

developed the main source of operating control power single spatial electromagnetic field, which have the characteristic flat dipping steeply dipping to the tail section, limiting the maximum short-circuit current;

developed a three-phase system control pulsed electromagnetic field treatment for nonchemical water desalination device that enhances the performance of water treatment;

an algorithm for the calculation of a single control system devices reliability spatial rotating electromagnetic field with the influence of temperature, humidity and solar radiation, which can determine the quality characteristics of their reliability in operation.

The reliability of the results. The reliability is confirmed by the results of theoretical and computational experimental studies and their mutual harmonization of practices of their introduction and discussion of the results of research in various scientific conferences and publication of research results in recognized scientific journals Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers.

The reliability of the results of research carried out is justified, and with the results of full-scale theoretical and computational experimental studies and their mutual consistency, practice, their introduction and discussion of the results of research in various scientific conferences and publication of research results in recognized scientific journals.

Research and practical value of research results.

The scientific importance the results obtained in the study is that that there is provided a method of disinfecting and purifying water based on the theory of a single spatial field with using the regulations of electromagnetic field theory, which stipulates nonlinear dependence of the mechanical equivalent from the field energy. With the help of suggested mechanical equivalent from the field energy there can be calculated all known interactions: electromagnetic, gravitational, strong and weak. There was suggested the structural principle of power supply for SSFD's control systems. It was revealed that at low currents the characteristic of SSFD has a falling shape and at current increasing the voltage on the device falls. This is a necessary quality of the SSFD that was used when designing the control system device. There was substantiated and determined the main power supply of SSFD which has a gently sloping characteristics with steep-grade tail

section that limits the maximal short-circuit current. There was determined the section of the volt-ampere characteristics which is the voltage regulator and the most suitable for SSFD work.

The practical value of the work is in application of the SSEF's control systems devices that is the experimental device of purification and desalination of water by the surface single field "Baikal-2K-001" and the device of disinfection, desalination, purification and desalinization of water based on SSEF's control systems. The implementations are provided by an advantage of the main technical parameters such as electricity, reliability, and the possibility of a wide range of using.

Realization of the results. Scientific and practical results of the research in the form of the development of a single device spatial electromagnetic field control systems deployed in JSC "Uzbekiston Temir Yollari" (the act of acceptance for the introduction of 25.08.2015) (reference number NG / 3893-15 on the adoption to the implementation of the 15.12.2015). When using a single spatial electromagnetic field device management systems reliability has increased 1.4 times, the efficiency is 20%, the water processing performance and service life increased by 2 times.

Total annual cost-effectiveness of the introduction of 67 million. sum.

Approbation of the work. The study tested 21 scientific conferences, including 19 international conferences, schools and seminars: International conference, "Innovation – 2012, 2014" (Tashkent, 2012, 2014); International scientific-practical conference devoted - anniversary of the Siberian State University of Communication Lines "Innovative factors of Trans-Siberian development at the present stage" (Novosibirsk, 2012); Seventh World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation - WCIS - 2012, WCIS - 2014, b - Quad rat Verlag. - (Tashkent, 2012, 2014); International Scientific and Technical Conference "Modern means of communication" (Minsk, Belarus, 2013); International Scientific Conference "Actual problems of modern engineering and technology" Russian Federation (Lipetsk, 2013, 2015); International scientific-practical conference (Kiev 2015).

Publication of results. Publication of the results. On the subject of the dissertation was published 40 scientific papers, including - 1 monographs, one of them published in foreign countries, 19 journal articles, 3 in foreign journals and 21 articles in collections of materials of international scientific conferences.

The structure and scope of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, bibliography, applications and contains 192 pages of text, including 60 figures and 9 tables.

MAIN CONTENTS OF DISSERTATION

In the introduction the urgency of the problem to be solved and demand of the dissertation subject were substantiated, objectives and tasks were formulated, a subject of study was identified, conformity of research for priority directions of science and technology development of the Republic of Uzbekistan was determined, scientific novelty and practical results of the research were described, a reliability of obtained results was substantiated, theoretical and practical value of obtained results was disclosed, a list of adoption the findings and information on published works and the dissertation structure were given.

In the first chapter « **Analysis devices pulsed electromagnetic field management systems**», an analytical based on the analysis of existing pulsed electromagnetic field's control systems devices the issues of general representation of a single spatial electromagnetic field and control systems of the final control element's device were studied.

The common methods of liquids and fluid products processing, comprising the water treatment by the pulsed electromagnetic field, have a low degree of water disinfection, low productivity, high specific power consumption.

By the comparative analysis of existing methods and water disinfection devices the ways of problem solution on increasing exposure providing the electromagnetic field to the treated water by using a transverse magnetic field were determined. The force lines of this field are directed perpendicular to the direction of fluid flow and the vortex electrical field produced by the rod which is inside and in the middle of the dielectric tube.

The comparative analysis of pulse-width and phase methods of voltage regulation at the load was carried out. Based on the results of the review and references analysis and in accordance with the intended purpose, the main tasks of the study were formulated.

In the second chapter «**Development of power electromagnetic devices unified spatial field**» is dedicated to the development of power electromagnetic devices of a single spatial field, the study of the electromagnetic device: using of pulsed and vortex electric field; using of electromagnetic electric, magnetic and gravitational field; using a rotating vortex field.

There was made a classification of power electromagnetic pulse systems and power electromagnetic SSEF devices (Fig.1). Being examined by us the power electromagnetic device of the single spatial field (DSSF) is referred to the power electromagnetic pulse systems which parameters vary under the influence of the control device. Depending on using type of energy and type of energy carrier the pulse power systems are subdivided into mechanical, pneumatic, hydraulic, electric, electrohydraulic, electromechanical, electromagnetic and other combined pulse power systems.

Being examined power electromagnetic DSSF is referred to the power electromagnetic pulse systems which parameters vary under the influence of the control device and are subdivided into: Electromagnetic device with using pulsed electromagnetic and vortex electric field; Electromagnetic device with using of electromagnetic electric, magnetic and gravitational field; Electromagnetic device with using of rotating vortex field.

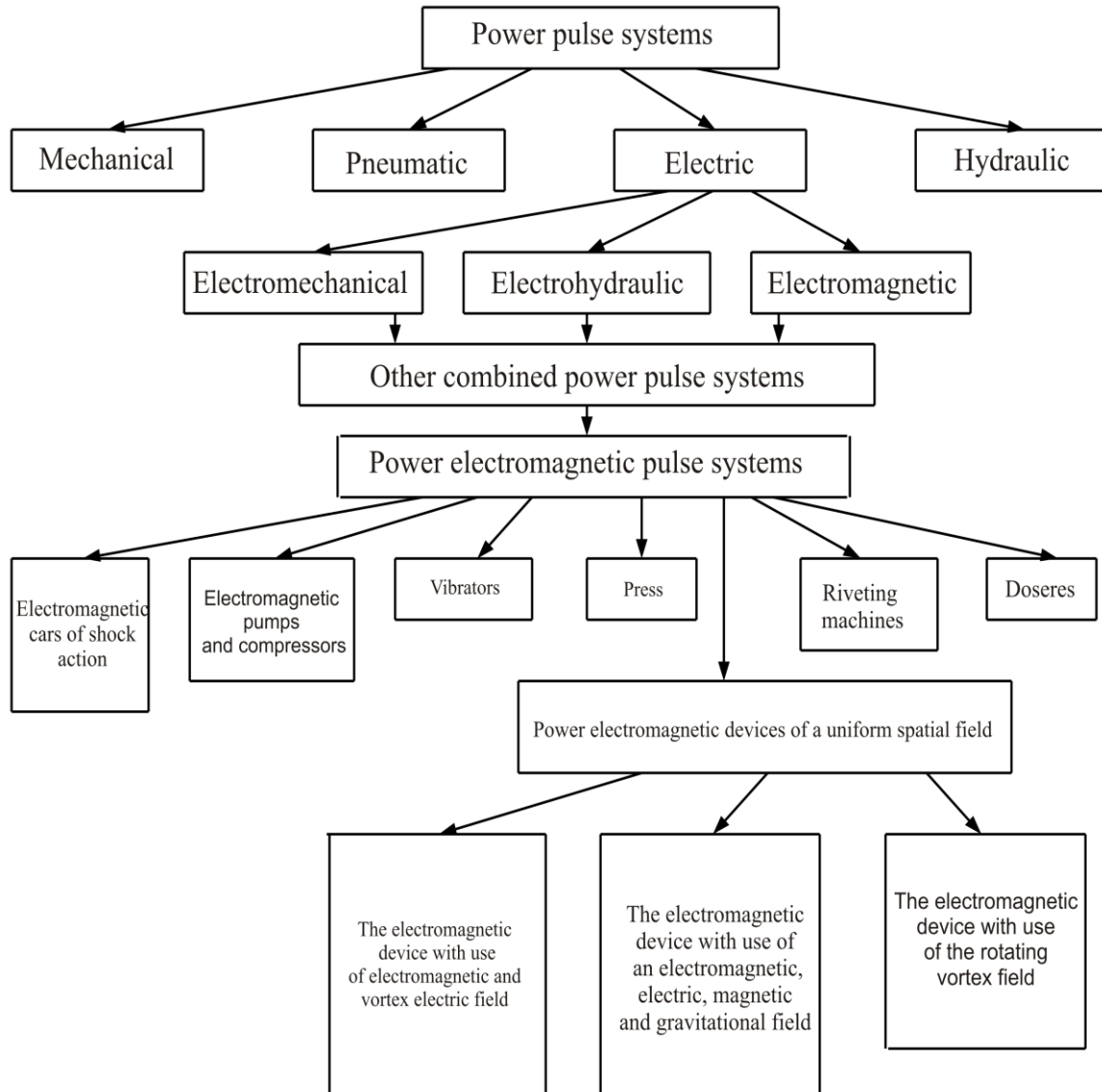


Fig.1. Classification of electromagnetic pulse power systems

As the analysis of developed construction of the pulsed electromagnetic field's control systems devices showed, from all variants of the water disinfection by pulsed electromagnetic field the proposed method meets the requirements of reliability and stability with great efficiency.

Proposed SSEF's control systems device makes possible the regulating of transformation range of the voltage pulse in final control element of the field winding.

The device (Fig.2) consists of the following units and components: a power transformer; converter; control system; the final control element in the field winding form; water disinfection device in the form of a non-metallic pipe; the final control element is a metal rod; flanges; fluid inlet; fluid outlet of a new structure; output of bacteria and heavy metals remains.

We propose a method for simultaneously water disinfecting, desalination and heating with the spatial electromagnetic field. Orbital electrons of two hydrogen atoms and one oxygen atom create around themselves a strong inhomogeneous electric field. The zone where the gradient of its strength is higher is considered as a negative one, and where it is less - as a positive one.

It is known that negative charges are positioned on the surface. The more negative charges are in the water, the more it is saturated with oxygen.

To saturate the water with negative charges (oxygen) is used a vortex electric field. The movement of negative charges therein occurs along a helical line. Under the exposure of this field the pure water which saturated with oxygen is led out from the reservoir.

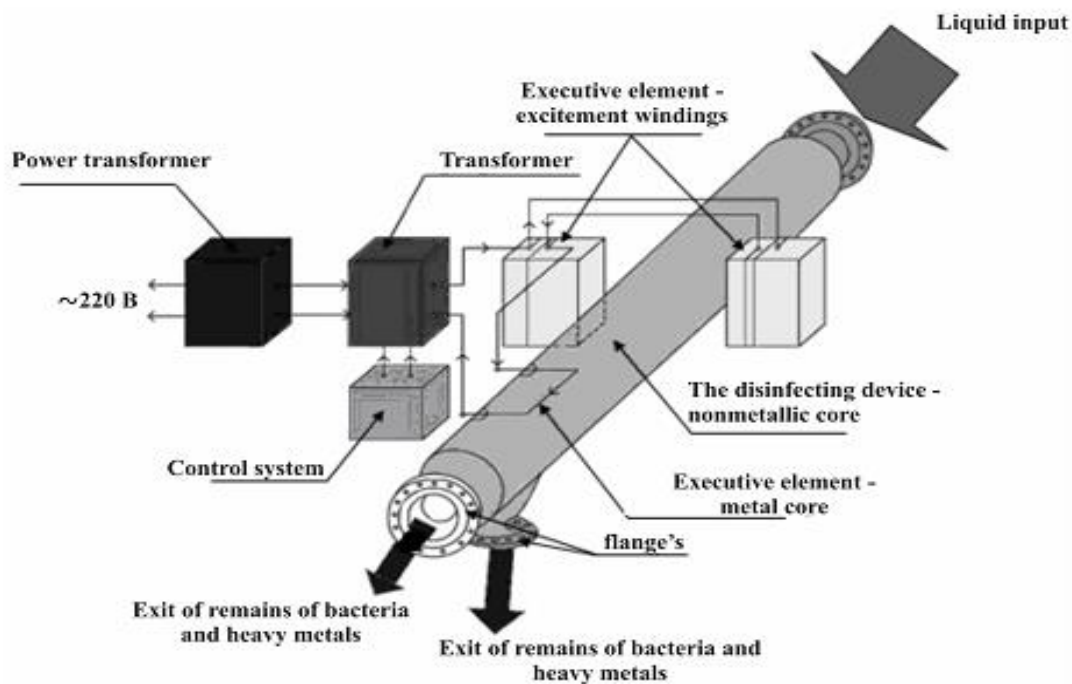


Fig.2. Schematic view of construction and blocks of water disinfection of the single spatial electromagnetic field' (SSEF) device

The magnetic field strength is about 8Tl, electric field - about 100 V/m. Similarly, there occurs the water desalination.

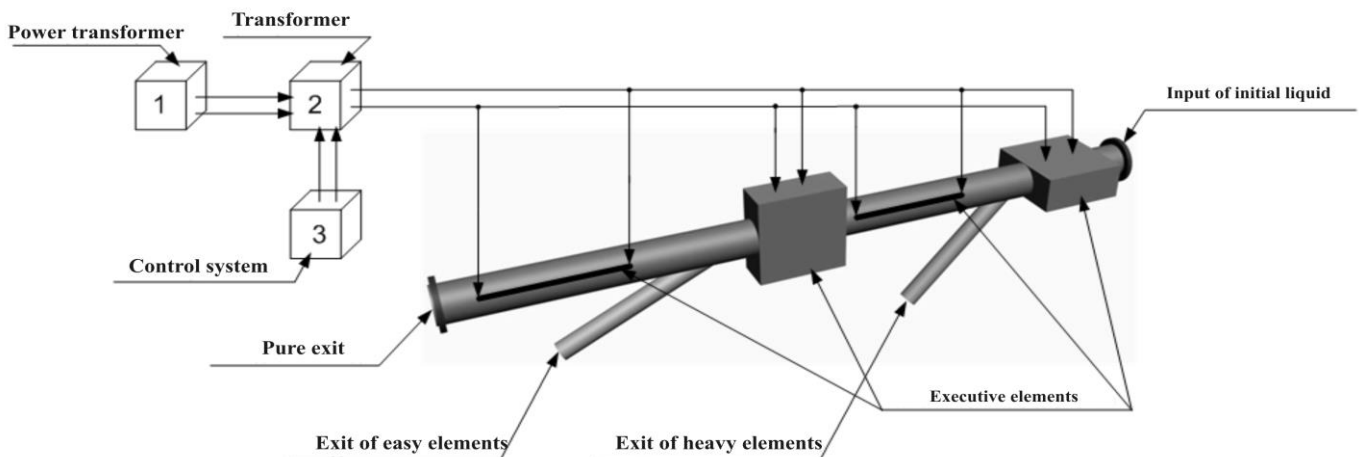
Heavy metals are removed outside from the tank by a special pipe bend, equipped with a filter. Thus, a pure desalinated drinking water also passes through the outlet.

The thermal energy represents infrared and light bands' photons of the electromagnetic radiation. As a result of the pulsed electromagnetic field causes cavitation of the water molecules, i.e. a formation of gas and air cavities. As a result, increases the internal energy of the water, which leads to an increase of temperature. Moreover, at low cost of the electricity occurs a sufficiently large increase of the thermal energy. For example, in a three-meter tube with diameter of 200mm, the temperature is increased from 20⁰C to 80⁰C, at a cost of the electricity of 7,2 kJ, in the thermal equivalent output we have 19,4 kJ.

The power transformer feeds a system of two inductance coils connected between in parallel, opposite and in series with them a rod is connected. From the control system a pulse is supplied which opens the thyristor and through the inductance coil goes a current of 120A. The water flows with the speed of 0.2–0.4 m/sec.

Inductance coils create the transverse electromagnetic field.

The field exerts a force that creates additional pressure. Under the action of this pressure the distance between the water molecules increases, where a space is created in which bacteria and microorganisms fall. Then the water enters the vortex electric field produced by the rod. The electric field shuts in the space, microbes die and water provided with oxygen ions is winded onto the rod, while larger particles settle down and are ejected through a nozzle disposed at an angle 45⁰ of the main pipe. The intensity of the treatment can be changed by changing the pulse repetition rate and the change in the diameter of the pipe's holes. For this purpose the inlet and outlet of the pipe are fitted with reducing pipes which enable to change inlet and outlet diameters of the pipe. The current amplitude can be changed by the power autotransformer.



1– power transformer; 2 – converter; 3 – control system; T– tube nonmetallic; M–metal rod; AE – actuators(elements) of field windings; inlet of source liquid; outlet of pure water; outlet of light elements; outlet of heavy elements.

Fig.3. Schematic representation of the experimental model of developed device with control system

A suggested improved device of the single spatial electromagnetic field's control system shown in fig.3 is intended for nonchemical disinfection and

purification of water with advanced energy, feasibility and performance characteristics.

A pulse generator consists of the following functional blocks: univibrator, a frequency divider, power amplifier, thyristor power supply, matching transformer.

Our proposed method is based on the disinfection of water at exposing of low-energy pulsed electrical discharges.

A profitably differed from high-voltage methods with it small energy cost, proposed method has a strong bactericidal effect. It is proved that the bactericidal action efficiency of low-energy discharges is inversely proportional to the operating voltage. The experimental results showed that the proposed technology had been reliably reduced the concentration of phenols in water by 70%, benzopyrene – 96%, oil products - by 40%. Water disinfection by collie index – 99%, TBC – 97%.

This technology allows:

- nonchemical disinfection of water;
- elimination of all kinds of microorganisms, including viruses and spores;
- sterilization of milk and liquid dairy products;
- sterilization of juices.

The main technical data:

Speed of water flow in the pipe (m/s)	(0,2 ÷ 0,4)
Pulsating current of the field winding (A)	(80 ÷ 300)
Voltage of the power transformer's supply (B)	~ 220
Frequency range of the converter regulation (Hz)	(50 ÷ 25)
Number of the field winding turns	2 × 400
Dimensions (m)	6 × 0,5 × 0,5
Pipe diameter (m)	0,2
Weight (kg)	500

The theory of a single spatial field assumes the interaction of four fields: a pulsed longitudinal electromagnetic, pulsed electrical, rotational electromagnetic and gravitational fields.

As is generally known in random section of the pipe with flowing liquid, the center of gravity is located at a height h from the zero reference level acts Bernoulli's law. From point of view of the energy, the pressure P is the work that is made by external forces on a single volume of liquid

$$W = \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}, \quad (1)$$

where ρ – density of the fluid

v – velocity of movement through given section of the pipe

g – moment of inertia of the rotating fluid

ω – angular velocity of the liquid rotation.

Water being in an enclosed space (non-conductive pipe) is under pressure from a single spatial field, which is determined by the force per unit of outer surface:

$$F = \frac{\mu_0 H_0^2}{2}, \quad (2)$$

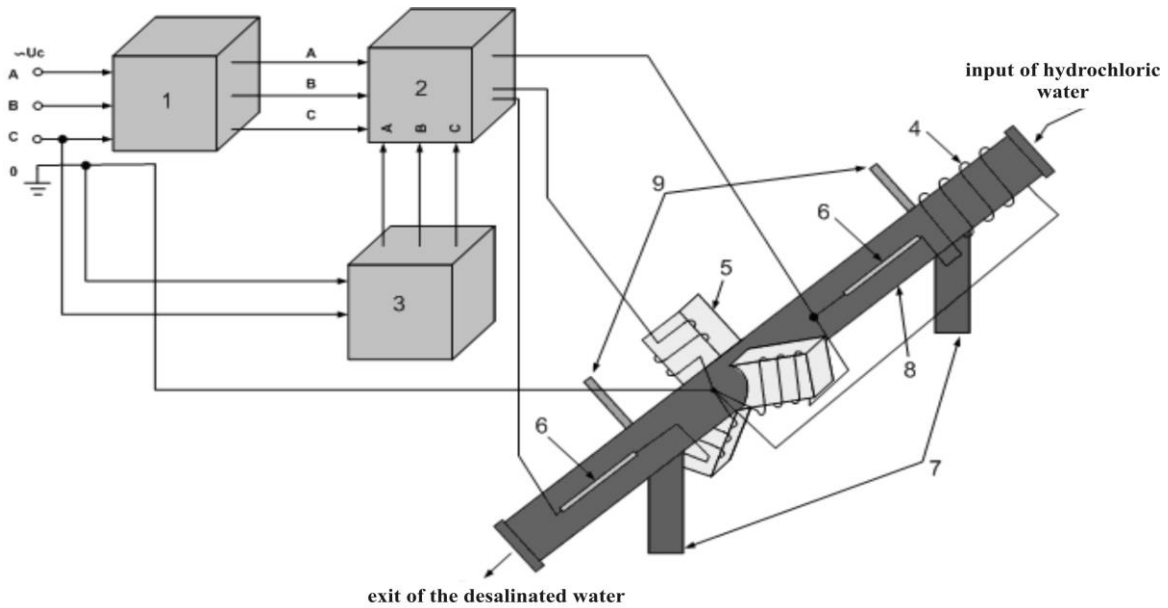
where F – the force exerted by the single spatial field
 H_0 – field strength.

On the other hand:

$$F = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 a^2}, \quad (3)$$

where a – radius of the pipe.

However, Maxwell's idea of the pressure field seems too formal - and it is easier to visualize the origin of such pressure, as an interaction of a single spatial field and the moving charges current.



1– three-phase power supply source; 2 – converter - pulse three-phase generator; 3–three-phase control system; 4 – excitation winding - the final control element in the form of a solenoid; 5 – excitation winding - the final control element in the form of three-phase windings; 6 – two metal rod; 7– pipe bends for light and heavy elements outlet (one for light elements exit and the second for heavy elements exit); 8 – nonmetallic drain pipe; 9 – two gasholders for the accumulated gas outlet in the input elements pipe from the water; salt water inlet; desalinated water outlet.

Fig. 4. Block diagram of the single spatial field device

A water molecule has a large dipole moment ($P_e = 6.1 \cdot 10 \text{ Kl} \cdot \text{m}$), whereby at distances which have a distance order between molecules and liquids electrical field, which leads to separation of water and contained compounds in it ($r = 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$), around itself appears the strong electric field. It is a reason of the electric dissociation.

Consequently, a single spatial field enhances the process of dissociation in water, and orbital electrons of two hydrogen atoms and one oxygen atom of water create around itself a strong inhomogeneous o elements.

This process is enhanced due to the rotating electromagnetic field.

It is known that the ratio of the Ampere force to the force pressure resistance is called Stuart criterion

$$N = \frac{\gamma \cdot B^2 \cdot \ell}{\rho \cdot v}, \quad (4)$$

Where γ – conductivity of the fluid,
 B – magnetic field induction,
 ℓ – length of liquid space in the pipe.

Comparison of the Ampere force with the force of resistance gives us a Hartmann criterion

$$M = \sqrt{\frac{F_A}{F_{TP}}} = Bl \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}}, \quad (5)$$

where

η – coefficient of the viscosity of liquid.

If the liquid flows through the pipe across a single spatial field, then for small numbers of Hartman or Stuart the field has small exposure on the flow character, and a resistance to motion occurs mainly due to the liquid viscosity.

At large numbers of Hartman or Stuart the viscosity of the liquid goes into background, the resistance to motion appears mainly due to interaction of the liquid with a single spatial field. This process intensifies at the cavitation of water molecules in the rotating electromagnetic field. As a result, water is saturated with charged negative oxygen ions, that is, it becomes pure.

In fig.4. there is presented the installation of purification, disinfection and desalination of water that we have developed.

Due to the various influences of external electromagnetic pulsed electric fields on the ferromagnetic, paramagnetic and diamagnetic materials in the pipe ridges and the gasholder all harmful to human health elements are ejected to outside.

Thus, a single spatial field cleans, disinfects and desalts water. By adjusting frequency, duration and amplitude of pulse voltages it can change character and composition.

The third chapter «**The development of management systems for spatial electromagnetic field devices**» is dedicated to the elaboration of control systems for spatial electromagnetic field's device, construction principles of power supply for control systems of SSFD and were reviewed processes occurring in the device.

There was revealed that at low currents about 80 A the characteristic of SSFD has a falling shape - with current increasing the voltage on the device falls. It is very necessary feature of SSFD which was used at the elaboration of the control device. In order to facilitate an obtaining of maximum electromagnetic field usually are used oscillators and vary devices which increasing the output voltage of SSFD.

In fig.5. the current-voltage characteristic of SSFD is shown.

In fig.6. there is shown the current-voltage characteristic (CVC) control of considered SSFD for currents less than 100 A, but it is how the characteristic of source on this section will be similar to the characteristic of SSFD depends a stability of SSFD work.

The main power source of SSFD has a flat dipping characteristic with a steeply dipping tail section that limits the maximum short-circuit current I_{sc} . A high output load voltage of idle stroke provides stable and steady work of SSFD in all modes.

A CVC section (fig.5.) which starts from 60A and extends to 300A, is a voltage stabilizer and the most suitable for SSFD work.

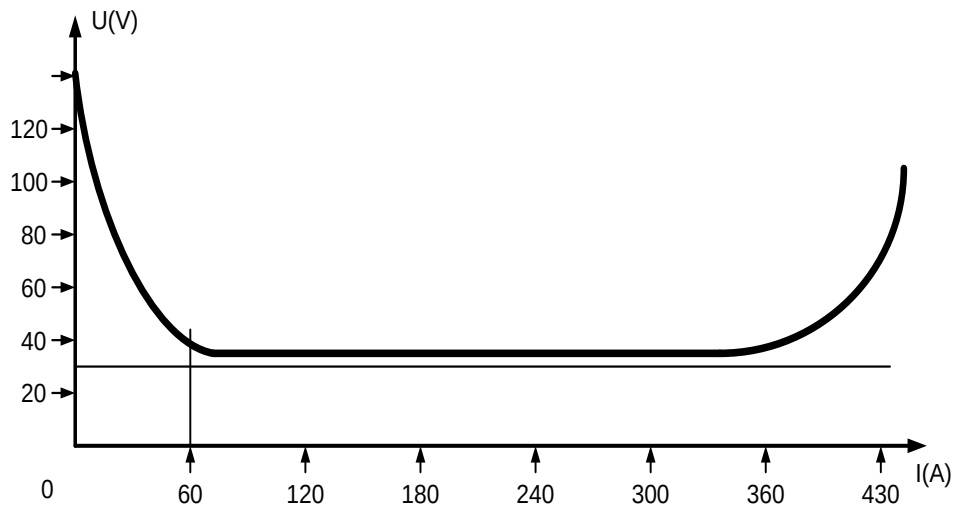


Fig.5. Current-voltage characteristic of a single spatial electromagnetic field

The voltage on SSFD of this section does not depend on the applied current, and depends only on the design features of inductance coils and copper rod SSFD. A rate of this voltage can be calculated by the formula:

$$U_y = U_c + U_s, \quad (6)$$

where U_y – voltage on SSFD, V ;

U_c – voltage on coils, V ;

U_s – voltage on rod, V ;

Voltage on coils of SSFD:

$$U_c = IR_c, \quad (7)$$

where $R_c = 0.32 \text{ Ohm}$ – resistance of coils;

$I = 80 \text{ A}$ – current on coils;

$U_s = 12 \text{ V}$.

The total voltage on SSFD:

$$U_y = (80 \times 0.32) + 12 = 37.6 \text{ V}. \quad (8)$$

It was determined that in the operating range of $I = 80 \text{ A}$ to $I_{\max}$ ensures stable operation of SSFD a voltage not lower than 37,6 V , and for stable operation of SSFD it is necessary a control voltage 46–52 V .

Based on the required control voltage and current on the final control element's field bobbin, with the random change problem of the phase switching control thyristor, a thyristor control scheme is proposed.

Frequency of control actions is set by the generator of sawtooth pulses – SPG which rolls out two output voltages shifted on 180 electrical degrees.

The proposed (fig.7) pulse generator consists of the following functional blocks: univibrator, frequency divider, power amplifier, power supply, disinfection device, matching transformer and solenoidal coil-winding.

In the study of the impact to electromagnet voltage pulses efficiency in the shape of a half-chopped wave the sinusoids varied the cutoff angles θ .

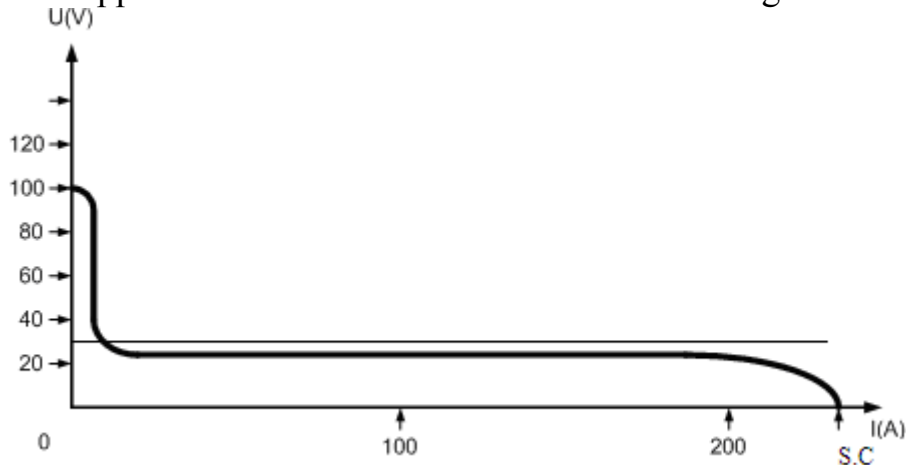


Fig.6. Current-voltage control characteristic

At the cutoff of leading edge an angle θ varies from zero to 45° , by the falling edge - from 180° to 120° . Each new cutoff angle changes the pulse shape. Consequently, the number of pulses are not actually equal to three but to the number of cutoff corner variations.

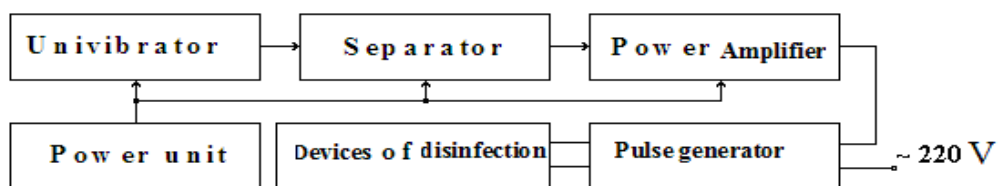


Fig.7. Block diagram of the pulse generator's control device

In the fourth chapter «**Studies devices unified spatial electromagnetic field management systems**» is dedicated to theoretical and experimental studies of SSEF's control systems devices.

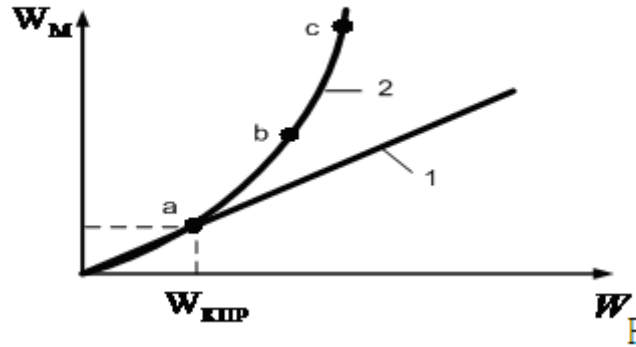
There was suggested a method on disinfection and purification of water, based on the theory of a single spatial field with using the theory of the electromagnetic field, which stipulates nonlinear dependence of the mechanical equivalent from the energy field (fig.8).

Starting from point "a" mechanical energy W_M , increases sharply with

increasing of the energy field W_F . As a result, under the exposure of getting energy a mechanical work is carried out. On the field side acts a force which is determined by ratio:

$$\bar{F} = \text{grad}W_M \quad (9)$$

where W_M – mechanical energy; $\bar{F}$ – force acting by single spatial field's side;



- 1 – a tangent line to nonlinear characteristics for the case of linear system;
2 – a dependence of mechanical energy from the energy of the field for the nonlinear system.

Fig. 8. The dependence of the mechanical equivalent from the field energy

A formula (9) allows the calculation of all known interactions: electromagnetic, gravitational, strong and weak. For this it is necessary to know the level of the primary energy concentrated in the space and energy variations of this type of interaction.

The theory of a single spatial field involves the interaction of four fields: electromagnetic pulse, electrical pulse, magnetic and gravitational constant.

There were considered installation models at switching on the field. It is known that water has diamagnetic properties, and at the interaction with the magnetic field it ejects from there. Consequently there should be the force retarding the flow. Since a number of water molecules in each unit of volume are equal, the curve of retarding forces represents a straight line.

Thus, inside of the solenoid and directly before it occurs a compression section in the stream where the pressure of liquid is higher and the traverse speed is low than in the rest of the stream. However, due to the bulk strength of fluid its flow inseparable, and directly after the compression section should be formed stretching section where the pressure is less, and the speed is higher than in the main stream (point "C" in fig.9). The emergence of the field under the exposure of a pressure gradient leads to effect of cavitation in water.

There were determined the expression of the electromagnetic force with two exciting windings, using the basic analytical expression for the force and the magnetic field energy.

Confine with giving of the final expression for the electromagnetic force in a system with two exciting windings.

$$F_{\text{э}} = dA_M / d\delta = (d / d\delta) \left[(1/2)L_2\Psi_1^2 + (1/2)(L_1\Psi_2^2 - M\Psi_1\Psi_2) \right] / D. \quad (10)$$

where: $M = M_{12} = M_{21}$

A necessary condition for that the magnetic field energy appears a function of the state.

$$\Psi_1 = L_1 i_1 + M_{12} i_2; \Psi_2 = M_{21} i_1 + L_2 i_2.$$

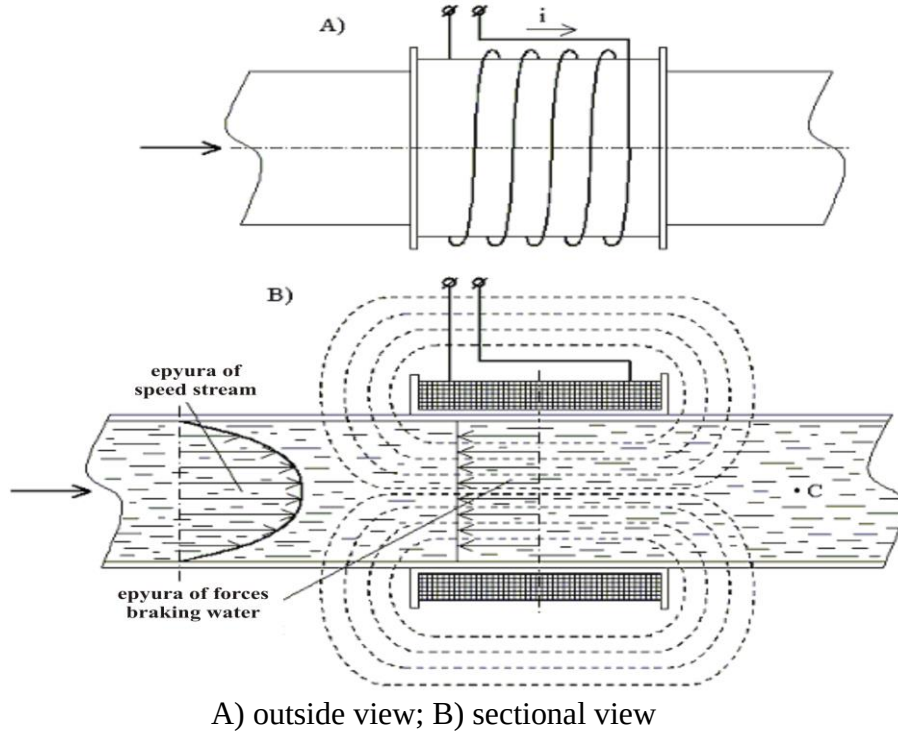


Fig.9. Installation model

$$\begin{aligned} A_M &= \int_0^{\Psi_1} \left(\frac{1}{D} \right) (L_2 \dot{\Psi}_1 - M_{12} \cdot 0) d\dot{\Psi}_1 + \int_0^{\Psi_2} \left(\frac{1}{D} \right) (L_1 \dot{\Psi}_2 - M_{21} \Psi_1) d\dot{\Psi}_2 = \\ &= \left(\frac{1}{D} \right) [(L_2 \Psi_1^2 / 2) + (L_1 \Psi_2^2 / 2) - M_{21} \Psi_1 \Psi_2], \end{aligned} \quad (11)$$

where D – determinant consisting of coefficients of the equations (12), which are not equal to zero:

$$D = L_1 L_2 - M_{12} M_{21}. \quad (12)$$

For a linear magnetic system the co-energy is equal to the energy of the magnetic field. Thus, to determine the force in the system with two exciting windings as a result have

$$F_\delta = -[(1/2)i_1^2 (dL_1 / d\delta) + (1/2)i_2^2 (dL_2 / d\delta) \pm M i_1 i_2]. \quad (13)$$

More generally, the last summand in formula (13) must contain both signs to consider a method of switching on the exciting windings in series or in parallel.

In fig.10. there was shown a functional block diagram of the single spatial electromagnetic field's control systems.

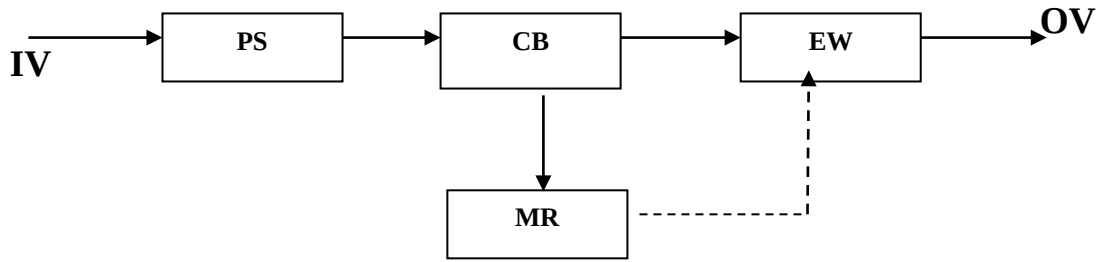
To find out of the sustainable operation area of the developed device, we can use derived equation, dynamical properties of which are described by the characteristic equation:

$$a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0 = 0, \quad (14)$$

where: $a_0 = 400$; $a_1 = 16.8 \cdot 10^{-5}$; $a_2 = 1.705 \cdot 10^{-3}$; $a_3 = 9.5 \cdot 10^{-9}$.

The stability of a linear system is determined by its characteristics and does not depend from existing effects.

Using Hurwitz criterion, we will draw up a computer program and will construct the stability area in the plane of the two characteristic parameters K and T1. Find the equation of aperiodic stability boundary, equating to zero the absolute term of the characteristic polynomial K= -1 vibrational boundary stability:



IV– input value; PS – power source; CB - control block; EW- exciting winding; MR - metal rod (located in a nonmetallic pipe); OV- output value.

Fig.10. Functional diagram of the single spatial field's control systems

$$a_1 a_2 - a_0 a_3 = 0. \quad (15)$$

From the equation (10) we obtain the equation of vibrational boundary stability,

$$K = a_1 a_2 / a_3 - 1. \quad (16)$$

There was made the Excel program for construction of vibrational boundary stability by using the Hurwitz criterion.

By results there was built the stability area, which is presented in fig.11.

Area «A» is unstable. All parameter values determining with coordinates of this segment, bordered stroke, i.e. an area "B" corresponds to a stable state of the system.

From calculations and stability area implies that the system works in the zone of stability.

Amplitude-phase-frequency characteristics and transition process quality to actual parameters of control systems with an exciting winding of SSEF.

For a given element of schemes represent a passive electrical circuit (Fig.12), which consists of active resistance and reactance in the following form.

According to the input – u_1 and output – u_2 voltages for passive real electrical circuit define the transition function. With regard to the scheme branches (fig.12) by changing the resistance of branches on complex impedance Z_1 and Z_2 , obtain the following equivalent circuit (fig.13).

Through the equivalent resistance write the circuit transfer function:

$$W(p) = \frac{u_2(p)}{u_1(p)} = \frac{Z_2(p)}{Z_1(p) + Z_2(p)}. \quad (17)$$

With regard to the complex resistances of reactive elements and resistance branches, writing them in the operator form with the time constants and

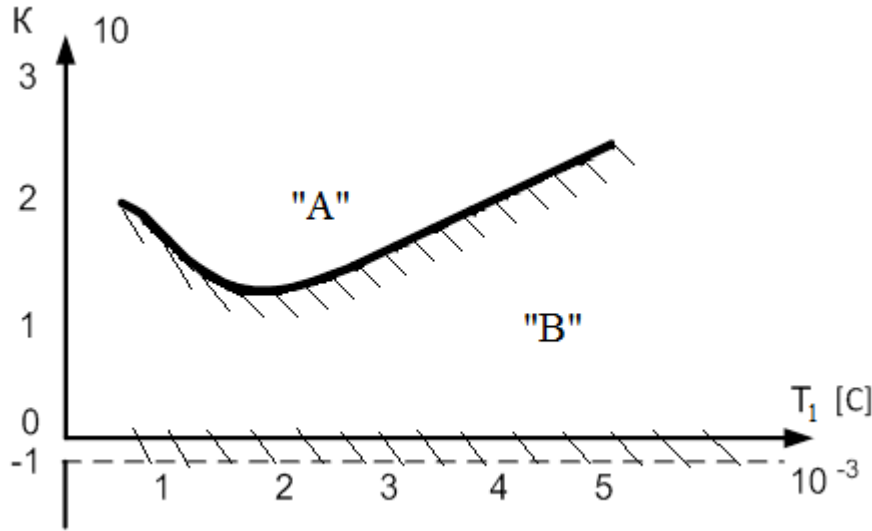


Fig.11. System stability area

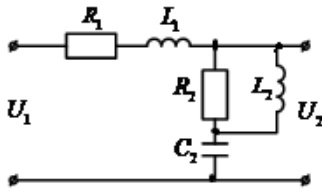


Fig. 12. Passive electrical circuit

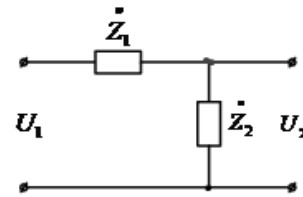


Fig.13. The equivalent scheme of passive circuit

coefficients give the final formula for the open-loop system:

$$W(p) = \frac{k_2(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}{k_1(1 + T_{11} \cdot P)(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{21} \cdot P) + k_2(T_{22}^2 \cdot P^2 + T_{23} \cdot P + 1)}. \quad (18)$$

After some transformations we obtain the following final form of the equation for the open-loop system:

$$W_{pas}(p) = \frac{\epsilon_2 \cdot P^2 + \epsilon_1 \cdot P + \epsilon_0}{a_3 P^3 + a_2 P^2 + a_1 P + a_0} = \frac{B(p)}{A(p)}. \quad (19)$$

$$\text{Here: } a_3 = k_1 \cdot T_{11} \cdot T_{22}^2; \quad a_2 = k_1(T_{22}^2 + T_{11} \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2; \quad a_1 = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23}; \quad a_0 = k_2; \\ \epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2; \quad \epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23}; \quad \epsilon_0 = k_2.$$

A passive circuit has the following parameters:

$$R_1 = 0,17 \text{ } \Omega; L_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ } \Gamma\text{H}; R_2 = 200 \text{ } \Omega; C_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ } \Phi;$$

$$L_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ } \Gamma\text{H}; \omega = 2\pi f_c = 157 \text{ } \Gamma\text{H}; j = \sqrt{-1}.$$

Using the transfer functions of the closed automatic system at the input action $g=2B$ (step voltage) are calculated and made the transition process characteristics. The transition function parameters:

$$k_1 = R_1 = 0,17; T_1 = \frac{L_1}{R_1} = 88,235 \cdot 10^{-2}; k_2 = R_2 = 200;$$

$$T_{21} = R_2 \cdot C_2 = 4 \cdot 10^{-4}; T_{22} = \sqrt{L_2 \cdot C_2} = 4 \cdot 10^{-4}; T_{23} = \frac{L_2}{R_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{200} = 1 \cdot 10^{-4};$$

$$a_3' = k_1 \cdot T_1 \cdot T_{22}^2 = 59,84 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6}; a_2' = k_1(T_{22}^2 + T_1 \cdot T_{21}) + k_2 \cdot T_{22}^2 = 1,6 \cdot 10^{-4};$$

$$a_1' = k_1 \cdot T_{21} + k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-6}; a_0' = k_2 = 200;$$

$$\epsilon_2 = k_2 \cdot T_{22}^2 = 8 \cdot 10^{-2}; \epsilon_1 = k_2 \cdot T_{23} = 2 \cdot 10^{-2}; \epsilon_0 = k_2 = 200.$$

The characteristic polynomial of the closed automatic system is determined as the sum of the numerator and denominator of the open system polynomials, i.e.,

$$A(p) = a_3' p^3 + a_2' p^2 + a_1' p + a_0' + \epsilon_2 \cdot p^2 + \epsilon_1 p + \epsilon_0. \quad (20)$$

After some reductions, we obtain the equation of the third order with the following coefficients, i.e.:

$$a_0 = a_0' + \epsilon_0 = 400; a_1 = a_1' + \epsilon_1 = 2,02 \cdot 10^{-2};$$

$$a_2 = a_2' + \epsilon_2 = 1,6 \cdot 10^{-4}; a_3 = a_3' = 60 \cdot 10^{-6}.$$

$$A(p) = a_3 \cdot p^3 + a_2 p^2 + a_1 \cdot p + a_0. \quad (21)$$

Were determined roots of the characteristic polynomial with using of Cardan formula. In this case, it will be properly,

$$V = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad P = - \begin{bmatrix} P_1 = -188,501212 \\ P_2 = 92,9173 - 163,5026 j \\ P_3 = 92,9173 + 163,5026 j \end{bmatrix}. \quad (22)$$

By differentiate the characteristic equation (20) of the polynomial on the parameter

we obtain:

$$Q(p) = 3 \cdot a_3 p^2 + 2a_2 p + a_1. \quad (23)$$

If in the denominator of polynomial (19) transfer function

$$B(p) = \epsilon_2 p^2 + \epsilon_1 p + \epsilon_0, \quad (24)$$

then

a) stable component

$$y_0 = g \frac{B(0)}{A(0)}; \quad (25)$$

b) transient component

$$y(t) = g \sum_k \frac{B(p_k) \cdot \exp(p_k)}{p_k \cdot Q(p_k)}, \quad (26)$$

c) transient response

$$y(t) = y_0 + y(t). \quad (27)$$

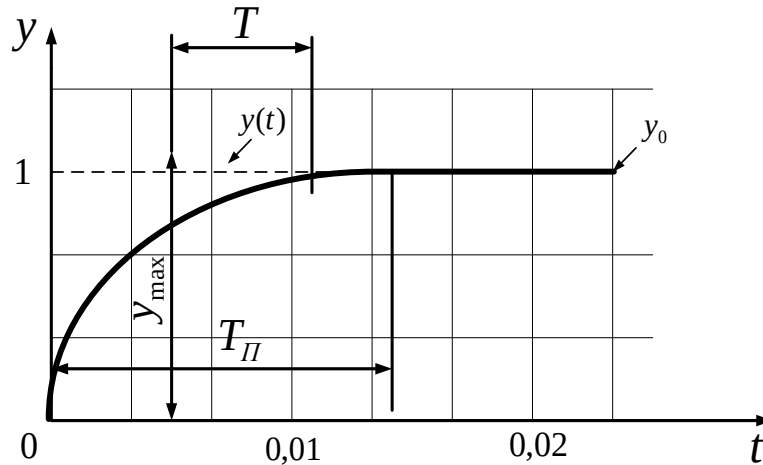


Fig.14. Transition process characteristic

Characteristics of the transition process are shown in fig.14.

There was revealed that the transient response in the control system has some restrictions associated with peculiarities of the system work.

In the fifth chapter «**Evaluation of reliability, cost-effectiveness and questions of application of a single device spatial electromagnetic field management systems**» is dedicated to evaluation of the reliability, cost-effectiveness and using of the developed SSEF's control systems device. At the same time, there were studied values of reliability, cost-effectiveness calculations, general performance data of developed device for control and using SSEF's control system device.

There was made the approximate calculation of reliability of two developed control devices of the single spatial electromagnetic field with the influence on the developed device of temperature, humidity, solar radiation and other factors.

Studies carried out on the prototype reliability and developed control device of the single surface electromagnetic field showed that this is the most reliable developed device.

In the dissertation there were shown some examples of the developed device practical application in: chemical industry; food industry; housing; small energy; agriculture; cattle breeding; medicine; part of a technological complex.

In conclusion of the dissertation results of research were summarized and the main conclusions were formulated.

The appendix of the dissertation are given: a schematic representation of the design; drawings and diagrams of simulation of control systems; Booklets on the

participation in the innovation fair; Acts of the tests of the prototype commercial plant water disinfection; acts to implement and help on the use of research results.

CONCLUSION

Summarizing the results of carried out researches the comprehensive studies of the SSDF were conducted for the first time in the dissertation. Industrial, experimental and theoretical studies allowed to determine a stable work of SSDF by using modern electronic control devices which provide a stable work in its operating range.

The main scientific results, conclusions and recommendations of the work are the following:

1. There was determined that study of issues of the comparative analysis of electromagnetic pulse power systems and power control systems of electromagnetic devices of a single spatial field showed that the device of final control element, based on pulse electromagnetic field and vortex electric field using much more fully meets the requirements.

2. There was developed a control system with thyristor inverter of frequency for the plant of purification and disinfection of water by the pulsed electromagnetic field, providing consistency of shape and amplitude of the oscillation energy in the executive solenoid of exciting winding.

3. There were studied devices of final control element's control system with using of Electronics Workbench software and tool program C ++ Builder. The modeled data gave the possibility to clarify and visually examine processes taking place in device and improve the control system scheme.

4. There was stated from a current-voltage characteristic of the single surface field's device control that starting from 60 A to 300 A the section of a current-voltage characteristic (linear section) is the voltage stabilizer and most suitable for SSFD work. The voltage in the SSFD on this section does not depend on the applied current, and depends only on the design features of the inductance coils of final control element's exciting windings and copper rod of SSFD. For the stable operation of SSFD there was determined a control voltage providing the stable work of SSFD in the current working range.

5. There was proposed the calculation method for the linear magnetic system, determined the electromagnetic force field winding of the final control element at serial and parallel connection. A feature of this method is that the ratios between the flux linkages and currents for such a system are written in the form of linear equations containing inductance and mutual inductance of exciting windings of the final control element.

6. There was found that minimizing condition of relative losses in the copper of the field winding taking into account its characteristics can be provided only with a definite form of voltage impulse at its clamps. In the electromagnetic system with non-zero internal resistance of the circuit and the final value of inductance can be obtained the minimum value of the relative energy losses in the copper of

exciting winding if pulses of the square of the current and inductance derivative to carry out with respect to time at similar form.

7. There were shown the dynamic properties and sustainability issues, as well as the reserves of stability and transients for SSEF real control systems were identified to ensure the normal operation of the device. Experimental studies of SSEF control system showed that newly developed system meets all the requirements of the control systems of such devices in the dynamic conditions of their work.

8. There were developed the algorithms for calculating the reliability of SSEF control systems that allow us to determine the quantitative characteristics of reliability in operation.

9. The industrial model has passed tests at sewage treatment plants of Salar WWTP "Suvsoz." The use of industrial model has reduced the collie-index almost to 99%.

10. The developed device management systems SSEF on key technical indicators and parameters is significantly superior.

When using the device management systems common spatial electromagnetic field reliability exceeds 1,30 times the prototype, the efficiency of 20% water disinfection performance and service life is increased twice.

The economic effect of the introduction of the device management system is EPEP 67 million. sum per year.

Thus, on the basis of theoretical generalization and implementation set out in the new research positions, solved a big problem of developing a unified device management systems spatial electromagnetic field which is of great economic importance.

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works

I бўлим (I часть; I part)

1. Ибрагимова О.А. Разработка устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. – Ташкент: Фан, 2012. – 120с.
2. Колесников И.К., Ибрагимова О.А. Разработка систем управления устройством единого поверхностного поля. // Вестник ТашИИТ. –Ташкент, 2010, № 2. – С. 67 – 70. (05.00.00; №11).
3. Айнакулов Э.Б., Ибрагимова О.А. Блок управления устройств обеззараживания, обессоливания и нагревание воды импульсным электромагнитным полем. // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2011, № 3. – С. 104 - 106. (05.00.00; №10).
4. Амиров С.Ф., Ибрагимова О.А. Методика расчета по определению условий относительных потерь меди, обмотки возбуждения. //Проблемы Энерго и ресурсосбережения. –Ташкент, 2011, №3 – 4. – С. 58 – 63. (05.00.00; №21).
5. Ибрагимова О.А. Оценка надежности устройства управления единым поверхностным электромагнитным полем. //Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2011, № 4. – С. 79 – 82. (05.00.00; №10).
6. Амиров С.Ф., Ибрагимова О.А. Устройство обеззараживания, обессоливания и нагревания воды импульсным электромагнитным полем. //Международный научно-технический журнал. Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2012, №1. – С.12–15. (05.00.00; №12).
7. Амиров С.Ф., Ибрагимова О.А. Определение числа витков и максимальное потокоцепление обмотки возбуждения электромагнита. //Вестник Таш ИИТ. –Ташкент, 2012, № 1. – С. 54–59. (05.00.00; №11).
8. Колесников И.К., Халиков А.А., Кадыров О.Х., Ибрагимова О.А. Создание единого электромагнитного поля, для обеззараживания, обессоливания и очистки воды. //Международный научно-технический журнал. Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2012, №1. – С. 20 –25. (05.00.00; №12).
9. Ибрагимова О.А. Формирование и расчет переходных процессов устройств систем управления с обмоткой возбуждения//Проблемы информатики и энергетики. Изд. «Фан» АН РУз, –Ташкент, 2012, №1.– С.54-59. (05.00.00; №5).
10. Амиров С.Ф., Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Сравнительный анализ электромагнитных способов и устройств обеззараживания воды и пути их совершенствования. // Проблемы Энерго – и ресурсосбережения. – Ташкент, 2012, № 3 – 4. – С. 108 –114. (05.00.00; №21).
11. Ибрагимова О.А. Классификация, сравнительный анализ силовых электромагнитных импульсных систем и вопросы теории единого пространственного поля. //Проблемы информатики и энергетики. Изд.«Фан» АН РУз, – Ташкент, 2013, №5 – 6. – С. 88 – 94. (05.00.00; №5).

12. Kolesnikov I.K., Khalikov A. A., Ibragimova O.A., Kurbanov J.F. Theoretical bases of the disinfection, removing of salts and peelings of water by united spatial field. //European Applied Sciences, ISSN 2195 – 2183. Nationales ISSN–Zentrum fur Deutschland. 2013, №11. Volum 1. PP. 82–85. (05.00.00; №3).

13. Ибрагимова О.А. Разработка систем управления устройством обеспечения единого пространственного электромагнитного поля. //Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2013, №5. (53). – С.36 – 41. (05.00.00; №12).

14. Ибрагимова О.А., Колесников И.К., Халиков А.А. Очистка и обеззараживания воды пространственным электромагнитным полем. //Журнал Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2013, №3.– С.69 –73. (05.00.00; №16).

15. Khalikov A.A., Ibragimova O.A. Blanket representation and expedient of disinfecting of water the pulsing electromagnetic field. //IIUM Ingenering JOURNAL. ISSN: 1511– 788X. Vol. 14, № 2. Malaysia, 2013, – PP.163 –172. (05.00.00; №11).

16. Ибрагимова О.А., Колесников И.К., Халиков А.А. Очистка, обеззараживание и обессоливание воды пространственным электромагнитным полем. //Журнал «Энергосбережение и водоподготовка» Издательство: ЭНИВ (Москва), ISSN. 1992– 4658. 2014, №3(89). –С. 9– 13.(05.00.00; №97).

17. Колесников И.К., Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф., Ибрагимова О.А. Пространственное вращающее электромагнитное поле–основа обеззараживания, обессоливания воды. Журнал «Проблемы энерго и ресурсосбережение» –Ташкент, –2014, – С. 152–155. (05.00.00; №21).

18. Ибрагимова О.А., Колесников И.К., Халиков А.А. Вопросы областей применения разработанного импульсного электромагнитного устройства обеззараживания и очистки воды. // Проблемы Энерго и ресурсосбережения. –Ташкент, 2014, №1–2. – С. 156–159. (05.00.00; №21).

19. Ибрагимова О.А., Халиков А.А. Анализ надёжности систем управления устройством обеспечения единого пространственного электромагнитного поля. //Журнал ВЕСТНИК ТУИТ. ISSN 2010–9857. Ташкент, 2014, №1(29). – С.63 – 69. (05.00.00; №10).

II бўлим (II часть; II part)

20. Ибрагимова О.А. Теория единого пространственного электромагнитного поля: основы обеззараживания, обессоливания и очистки воды. //Международный журнал «Альманах современной науки и образования» Тамбов: Грамота, 2013, №6 (73). – С. 80–87. ISSN 1993–5552.

21. Ибрагимова О.А., Халиков А.А. Пространственное вращающееся электромагнитное поле-основа обеззараживания, обессоливания воды. //Новый университет. Серия «Технические науки» №11–12 (21–22). Йошкар – Ола, 2013, – С. 38 – 41.

22. Ибрагимова О.А. Вопросы областей применения устройства очистки и обеззараживания воды. // Проблемы автоматики и управления, Институт автоматики НАН КР, Бишкек, 2012. ИЛИМ. №2. – С. 171–177.

23. Ибрагимова О.А. Повышение вязущих свойств бетонов электромагнитным полем. //Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Сб. научных трудов республики научно – технической конференции с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте».

– Ташкент, 2009. Ч – 2. – С. 71–72.

24. Кадыров О.Х., Ибрагимова О.А. Разработка высокочастотных преобразователей для управления вращающимся электромагнитным полем. //Республиканская научно – техническая конференция с участием зарубежных ученых. «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2010. – С. 136 –138.

25. Ибрагимова О.А. Исследование вопросов устойчивости и определение запасов устойчивости устройств разработанной системы управления с обмоткой возбуждения единым поверхностным электромагнитным полем.//Научный семинар молодых ученых «Актуальные проблемы инновационных технологий на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2011. – С.142–143.

26. Ибрагимова О.А. Определение электромагнитной силы с двумя обмотками возбуждения. //IX Межвузовская научно – практическая конференция студентов и магистратуры, стажеров и соискателей. «Молодой научный исследователь» посвященная 20 – летию независимости Республики Узбекистан. Ч – 3. – Ташкент, 2011. – С. 88 – 90.

27. Айнакулов Э.Б., Ибрагимова О.А. Способы обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. // Сборник трудов научного семинара молодых ученых. «Актуальные проблемы инновационных технологий на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2011. – С. 144 –145.

28. Ибрагимова О.А. Определение оптимальных параметров импульса напряжения для питания обмотки возбуждения систем управления единым поверхностным электромагнитным полем. //Научные труды, Республиканской научно – технической конференции с участием зарубежных ученых, посвящённая 80-летию ТашИИТ. «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2011.– С.122–125.

29. Амиров С.Ф., Халиков. А.А., Ибрагимова О.А. Сравнительный анализ существующих способов и устройств обеззараживания воды и пути их совершенствования. //Тезисы докладов Республиканской научно – технической конференции «Современные технологии инновации горна – металлургической отрасли (с международным участием)». – Навои, 2012. – С. 447– 449.

30. Амиров С.Ф., Халиков А.А., Колесников И.К., Ибрагимова О.А. Разработка устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. //Международная научно – практическая конференция «Инновация – 2012». Сборник научных статей. –Ташкент, 2012. – С. 212 – 213.

31. Ibragimova Ozoda. Classification, the comparative analysis of power electromagnetic pulse systems and the theory of a uniform spatial field is

considered. // Seventh World Conference on Intelligent System for Industrial Automation – WCIS-2012, b – Quadrat Verlag. – Tachkent, 2012.–PP. 163 – 77.

32. Ибрагимова О.А. Обеззараживания и очистка воды пространственным электромагнитным полем. //Международная научно – практическая конференция «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе». 80-летию Сибирского государственного университета путей сообщения. Тезисы конференции. Часть I. –Новосибирск – 2012. – С.72 – 75.

33.Ибрагимова О.А. Вопросы практического применения импульсного электромагнитного устройства обеззараживания и очистки воды.

//Седьмая республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» - Узбекистан, Ташкент, 2012. – С.177–179.

34. Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Определение коэффициента полезного действия электромагнита, обмотки возбуждения в устройстве единого пространственного поля. //Седьмая республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» – Узбекистан, Ташкент, 2012. – С.173–175.

35. Ибрагимова О.А., Халиков А.А. Способ обеззараживания и очистка воды.// X-я Юбилейная Международная научная конференция «Актуальные вопросы современной техники и технологии». Сборник докладов. Российская Федерация г. Липецк, 2013. – С. 191–194.

36. Ибрагимова О.А. Расчет и оценка надёжности устройства систем управления единым пространственным полем. //XVIII–я Международная научно-техническая конференция «Современные средства связи» Материалы XVIII международной научно – технической конференции. г. Минск. Республика Беларусь, 2013. – С.108.

37. Колесников И.К., Ибрагимова О.А., Халиков А.А. Устройство обеззараживания и очистки воды единым пространственным полем. //Международная научно-практическая конференция «Инновация–2014». Сборник научных статей. –Ташкент, 2014. – С. 299–300.

38. Ibragimova O.A., Kolesnikov I.K., Halikov A.A. Decontamination and desalination single spatial electromagnetic field. // Seventh World Conference on Intelligent System for Industrial Automation–WCIS –2014, b–Quadrat Verlag. –Tachkent, 2014. –PP.163 – 177.

39. Ibragimova O.A., Khalikov A.A. Disinfection, desalination, water heating and single spatial electromagnetic field. Материалы международной научно-практической конференции: «III летию научных чтений», г.Киев., Сборник статей. Центр научных публикаций, 2015. – С.21– 25.

40. Ибрагимова О.А. Сравнительный анализ систем управления обмотки возбуждения, устройства единого пространственного электромагнитного поля. //XIX-я Международная научная конференция «Актуальные вопросы современной техники и технологии». Сборник докладов. Российская Федерация, г. Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2015. – С. 46 – 52.

Автореферат “ТТЙМИ Хабарлари” журнали таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди (05.02.2016 й.).

Босишга руҳсат этилди: 10.02.2016
Бичими 60x84 1/8. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.
Шартли босма табағи 5.4 нашр босма табағи 5.5. Тиражи 100.
Буюртма: № 8
«Top Image Media» босмаҳонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Я. Ғуломов кўчаси, 74 уй.