

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА
«ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ» МЧЖ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.03.03 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**ЭЛЕКТРОМАГНИТ МАЙДОННИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ
ВА УЛАРГА АСОСЛАНГАН ЭНЕРГИЯ ТЕЖОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.05.02 – Электротехника. Электр энергия станциялари, тизимлари.
Электротехник мажмуалар ва қурилмалар**

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

Тошкент – 2018

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

Курбанов Жанибек Файзуллаевич Электромагнит майдонни таҳлил қилиш усуллари ва уларга асосланган энергия тежовчи қурилмаларни ишлаб чиқиш	3
Курбанов Жанибек Файзуллаевич Методы анализа электромагнитного поля и разработка энергосберегающих устройств на их основе.....	19
Kurbanov Janibek Fayzullayevich Methods for analyzing the electromagnetic field and developing energy-saving devices based on them.....	35
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	38

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА
«ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ» МЧЖ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.03.03 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**ЭЛЕКТРОМАГНИТ МАЙДОННИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ ВА
УЛАРГА АСОСЛАНГАН ЭНЕРГИЯ ТЕЖОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.05.02 – Электротехника. Электр энергия станциялари, тизимлари.
Электротехник мажмуалар ва қурилмалар**

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

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қошидаги Олий аттестациялаш комиссиясида В 2017.2.PhD/T275 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент темир йўл муҳандислари институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар: Халиков Абдулҳак Абдулҳанрович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Гайибов Тулкин Шерназарович
техника фанлари доктори, профессор

Соколов Валерий Константинович
техника фанлари доктори, профессор

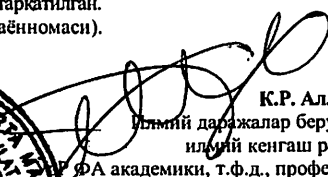
Етакчи ташкилот: Навоий давлат қончилик институти

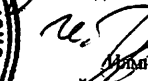
Диссертациянинг химояси Тошкент давлат техника университети ва «Илмий-техника маркази» МЧЖ ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.03.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «27» сентябр соат 14⁰⁰даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.


Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (38 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2. Тел.: (99871) 246-03-41.

Диссертация автореферати 2018 йил «13» 01 да тарқатилган.
(2018 йил «13» 01 даги 2 рақамли реестр баённомаси).




К.Р. Аллаев
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси
ФА академики, т.ф.д., профессор


О.Х. Ишнazarов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д.


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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда бирламчи ва иккиламчи материалларнинг физик, кимёвий, физик-механик жараёнлар таъсирида қайта ишлаш технологиялари ва қурилмалари ишлаб чиқиш ва мавжудларини такомиллаштириш масалалари етакчи ўринни эгалламоқда. «Табиий минералларни қайта ишлаш қурилмаларининг ўртача қуввати 100 кВт ва ундан юқори бўлиб, жумладан, 1 тонна материалларни майдалашда 100 мкм ўлчамга эришиш учун соатига 25 кВт, 15 мкда 150 кВт электр энергиясини сарф қилишни талаб этади»¹. Шу жиҳатдан минералларни кичик заррачаларда майдалаш, зарур элементларини ажратиш ва уларни бойитиш учун технологик линияларнинг энергия самарадорлигини оширувчи технология ва қурилмаларни такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда бирламчи ва иккиламчи материалларни механик майдаллаш воситалари жараёнларидан сўнг, доимий ва электромагнит майдонлар таъсирида қайта ишлаш қурилма мажмуалари қувватини сақлаган ҳолда юқори энергия самарадор воситаларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишларига алоҳида эътибор берилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан бирламчи материаллар хусусиятини ошириш ва уларни турли соҳаларда қўллашга мўлжалланган янги таркибли материалларни олиш ҳамда иккиламчи материаллар сифатида техноген қаттиқ сочилувчан материал чиқиндиларини қайта ишловчи электр магнитли сепатор аппаратларини янги конструкция ва схемаларини ишлаб чиқиш, қайта ишлаш жараёнида интеллектуал бошқарув тизимларини қўллаш орқали юқори энергия ва ресурс тежамкор қурилмалар ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Ҳозирги кунда республикамізда табиий бойликларни қайта ишлаш воситаларини техник ва технологик даражасини ошириш, мавжуд воситаларни модернизация қилиш ҳамда янги турдаги қурилмалар жорий қилишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан саноат корхоналарида композит материалларни шарли ва майдалаш тегирмонлари орқали янги турдаги материалларни ишлаб чиқувчи техник воситаларни такомиллаштириш ишлари амалга оширилмоқда. Шу билан бирга майда дисперсли, бир хил турдаги материаллар олувчи ҳамда сараловчи энергия ва ресурстежамкор электр магнитли қурилмани ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб бориш зарур масалалардан бири ҳисобланади. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясида, жумладан «...иктисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш...»² бўйича вазифалар белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан техноген ва минерал хомашёларни қайта ишлашда кўп функцияли электромагнит қурилмасини ишлаб чиқиш, қурилма орқали янги

¹ <http://industry-portal24.ru>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

турдаги материалларни олиш, умумий жараёни бошқаришда замонавий микроконтроллер ва коммутация элементи ҳамда қурилмалари асосида янги схемаларни ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш муҳим вазифалар бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2015 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида» Қарори ҳамда ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг - II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Электромагнит майдон ва энергия тежовчи қурилмаларни таҳлил қилиш усуллари ривожлантириш бўйича долзарб муаммоларни ечишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказларида ва олий таълим муассасаларида, жумладан, California Institute of Technology (АҚШ), Delft University of Technology (Голландия), Imperial College London (Буюкбритания), Tokyo technology institute (Япония), Н.Э. Бауман номидаги «Москва Давлат техника университети» (Россия), «Илмий-техника марказ» МЧЖ и «Энергиямарказ» МЧЖ (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Электромагнит майдоннинг энергия ва ресурсларни тежаш муаммоларини ҳал қилишда электрокиёмвий, ультратовуш, электролиз, ультратовушли тўлкинлар каби электр ва магнит энергидан фойдаланиш билан боғлиқ кўплаб ишларга машҳур олимлар 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 шунингдек, мамлакатимиз олимлари Г.Р. Рахимов, Х.Ф. Фазилов, Ж.А. Абдуллаев, П.Ф. Хасанов, Х.Г. Каримов, Т.М. Кадыров ва бошқалар томонидан катта ҳисса қўшилган.

Машҳур муаллифлардан К.Р. Аллаев, А.А. Халиков, Н.М. Арипов, С.Ф. Амиров, И.К. Колесников ва бошқаларнинг илмий ишларида электрромагнит майдонни таҳлил усуллари асосида энергияни тежовчи қурилмаларни тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқишга бағишланган. Муҳим ютиқларга қарамай, мавжуд бўлган усуллари такомиллаштириш ва электромагнит энергиянинг янги усуларини қўллаш билан боғлиқ муаммолар ҳамда ушбу тадқиқот ишида катта энергия тажамкорлик билан майдалаш, фойдали компонентларни минераллардан ажратиш ва бойитиш унимдорлиги

учун фазовий электромагнит майдон асосида қурилмаларни яратиш тизимли тахлил усуллари етарли даражада ўрганилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация талқиқоти Тошкент темир йўл муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг 59-сон «Вагон лабораторияни модернизациялашда бошқарув тизимининг ўлчов комплексини қўллаш ва яратиш» (2014), 84-сон «Кавитацион иссиқлик генераторини яратишда умумий электромагнит майдонни қўллаш» (2015), 97-сон «Умумий фазовий электромагнит майдоннинг бошқарув тизимини яратиш» (2017) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади электромагнит майдонлар асосида тоғ рудаларини тахлил қилиш усулларини такомиллаштириш ва энергия тежамкор технологиялар ва тоғ жинсларини қайта ишлаш учун қурилмалар ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

бирламчи ва иккиламчи материалларни қайта ишлашда электромагнит майдонлар таъсири жараёнларига боғлиқлигини асослаш;

юқори сифатли цемент ва ўта тоза материалларни олиш усулларини электромагнит майдонга асосланган сочилувчан материалларни ажратиш орқали такомиллаштириш;

майдалаш, ажратиш, тўйинтириш ва экологик тоза композицион материаллар олиш технологик жараёнини кўп функцияли бошқариш қурилмасини ишлаб чиқиш;

материаллар бойитиш технологик жараёнини энергия сарфини камайитириш учун электромагнит майдон қурилмасининг бошқарув тизими ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида саноат корхоналарида техноген ва минерал ресурсларни қайта ишлаш, энергия ва ресурсларни тежашга олиб келувчи қурилма олинган.

Тадқиқотнинг предмети саноат корхоналарида электромеханик дезинтегратор қурилмалари, уларнинг иш режимидаги энергия самарадорлик жараёнлари, композит материалларни майдалаш, ажратиш ва бойитиш қурилмаларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари электромагнит майдон назарияси усуллари, майдонни ўзаро таъсири ва энергия муносабатлари, олинган композит материалларининг тавсифларини экспериментал тадқиқ қилиш усуллари қўлланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

композицион материаллардан зарур элементларни ажратиш учун электромагнит майдонда зарядланган заррачаларнинг ўзаро таъсирларига боғлиқлиги асосланган;

композит материалларни майдалаш учун эквиэнергетик юзаларни куриш усуллари электромагнит майдон кучи хусусиятлари асосида такомиллаштирилган;

электромагнит майдон қурилмаси орқали юқори сифатли цемент ва ўта тоза материалларни олиш усуллари электромагнит майдонга асосланган сочилувчан материалларни бойитиш орқали такомиллаштирилган;

экологик тоза композицион материаллар олишда уларни майдалаш, ажратиш, тўйинтириш ва технологик жараёни такомиллаштирилган кўп функцияли бошқариш қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

табiiй техноген композит материалларни бошқа физика-кимёвий хусусиятларини олиш учун бошланғич шароитларни яхшилаш имконини берувчи қурилмани яратишда электромагнит майдоннинг хусусиятини аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган;

майдалаш, ажратиш, материалларни бойитиш, ўта тоза нано материаллар ва кул чиқиндиларини қўллаб юқори маркали цемент олиш учун ишчи режимли қурилмалар ишлаб чиқилган;

композит материаллар олишда технологик жараёнларни назорат қилиш учун дастурий таъминоти ҳамда тизимнинг бошқарув қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги ягона фазовий майдоннинг барча таркабий қисмларининг ўзаро таъсири натижасида математик тарзда ҳисоблаб чиқилган кўрсаткичларнинг саноат иншоотларида эксперименал тасдиқлашлар билан асосланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти майдонларнинг ўзаро таъсирини бирлаштириш масаласини ечиш учун дифференциал и тўлқинли тенгламаларнинг хусусиятларини ўрганиш, электромагнит майдон куч хусусиятлари асосида эквизнергетик юзалар қуриш усуллари ишлаб чиқиш, технологик жараёнларнинг энергия сарфини камайитириш учун электромагнит майдон қурилмасининг бошқарув тизими ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти табiiй техноген объектлар учун бошланғич шароитларни яхшилаб берадиган қурилмани яратиш, электромагнит майдон хусусиятлари усуллари аниқлаш, янги физика-кимёвий таркибли композит материалларни олиш, энергия тежамкор ва материалларни майдалаш, ажратиш ва бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш, ўта тоза нано материалларни ва кул чиқиндиларини қўллаб, юқори маркали цемент ва композит материаллар олишда технологик жараёнларни назорат қилиш учун дастур таъминоти ва тизим бошқаруви ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Электромагнит майдон асосида композит материалларни майдалаш, ажратиш ва бойитиш учун такомиллаштирилган усул ва энергия тежамкор қурилмаларни ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

электр магнит дезинтграциялаш қурилмаси асосида композит минераллар ва техноген хомашёни майдалаш учун электр магнит майдон эквизнергетик юзаларни қуришнинг такомиллаштирилган усуллари «Геология ва геофизика институт» давлат корхонасига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси

Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитасининг 2017 йил 7 ноябрдаги ИМР-3933-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида композит материалларни 4-10 мкм-гача майдалаш орқали улардан ишлаб чиқариладиган материалларнинг сифатини ошириш, технологик жараёнларда энергия сарфини 35%га камайтириш имкони яратилган;

электромагнит майдон бошқарув тизими «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ тасарруфидаги «РСР-14» унитар корхонасига жорий қилинган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖнинг 2016 йил 29 декабрдаги НГ/4517-16-сон маълумотномаси). Натижада технологик жараёнларда сарфланадиган энергия сарфини 27%га камайтириш, поезд таркибларини назорат қилишда аниқлигини ошириш имконини яратган.

иккиламчи каолин конларини бойитиш қуруқ технологияси ва электромагнит қурилмаси Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитаси тасарруфидаги «Марказий лаборатория» давлат корхонасида ишчи лойиҳасини ишлаб чиқиш учун технологик регламентига киритилган. (Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитасининг 2017 йил 7 ноябрдаги ИМР-3933-сон маълумотномаси; Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитаси тасарруфидаги «Марказий лаборатория» давлат корхонасининг 2017 йил 2 октябрдаги вақтинчалик технологик регламенти). Натижа иккиламчи каолинни бойитиш технологиясининг технологик жараёнларини икки марта қисқартириш, технологик жараёнларда энергия сарфини 35%га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 19 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 11 та Халқаро анжуманлар ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтди.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 28 та илмий иш, хорижий журналларда 3 та мақола, Республика журналларида 9 та мақола чоп этилган бўлиб, Ўзбекистон Республикасининг 1 та ЭҲМ дастурларига гувоҳнома мавжуд.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш қисми, тўртта боб, хулоса қисми, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 114 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ишнинг **Кириш** қисмида диссертация тадқиқотининг зарурлиги ва долзарблигининг асосланиши, мақсади ва асосий кўриладиган масала ҳамда Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиянинг ривожланиш йўналишларига мослиги, илмий янгилиги ва амалий натижалари, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти, ишларни чоп этганлик ҳақида маълумотлар ва диссертациянинг тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг «**Табиат объектларининг хусусиятларига таъсир кўрсатиш учун электромагнит майдонларни тадқиқ қилиш**» деб номланган биринчи бобида электромагнит майдоннинг характеристикаларини аниқлаш усулларининг таҳлили, уларни дифференциал ва тўлқинли тенгламаларда

тасаввур этиш усуллари кўрилди. Фазовий майдоннинг амалда мавжудлиги, моддий jismlarнинг фазовий ўзаро куч таъсирларининг тузилиши бир хил Кулон қонуни ва Митчелла - Кавендишнинг тортилиш қонунларида ифодаланиши ҳисобланади.

Стационар шароитларда моддий jismlarнинг фазовий ўзаро таъсир кучларининг физик характеристикалари тахлили асосида табиатда физик вакуум фазосида моддаларнинг ўзаро таъсир кучлари умумий майдони мавжудлиги материяли вакуумли мухитнинг қутбланиши орқали асосланади.

Физик табиати турлича бўлган электр, магнит ва гравитацион кучларни ифодаловчи аналитик ифодалар бир хил бўлади. Фазода умумий майдоннинг ўзаро таъсир кучлари умумий ифодаси:

$$\vec{F}(r) = A \cdot \frac{\hbar c}{r^2} \vec{r} = -\vec{grad}, \quad \vec{F}(r) = (A \cdot \frac{\hbar c}{r^2} \vec{r}) = -\vec{grad}U(r) \quad (1)$$

кўринишда бўлади. Бу ерда: $U(r)$ – потенциал энергия, A – ўлчовсиз қўпатиргич.

Ифода (1) га мувофиқ электромагнит майдоннинг дифференциал тенглама тизими:

$$a) \text{rot} \vec{E}^{\text{no.1}} = -\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \frac{\partial^2 \vec{A}^w}{\partial t^2}; \quad b) \text{div} \left(\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{E}^{\text{no.1}} \right) = 0; \quad c) \text{rot} \vec{A}^w = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{E}^{\text{no.1}}; \quad d) \text{div} \left(\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{A}^w \right) = 0; \quad (2)$$

бўлади.

Ушбу тенгламалар айнан фазовий ўзаро таъсирларнинг электромагнит майдон дифференциал тенгламалари ҳисобланади.

Фазовий ўзаро таъсирларнинг электромагнит майдон ташкил этувчилари учун тўлқин тенгламалар:

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{C_w^2} \frac{\partial^2 \vec{E}^{\text{no.1}}}{\partial t^2} = 0, \quad \Delta \vec{A}^w - \frac{1}{C_w^2} \frac{\partial^2 \vec{A}^w}{\partial t^2} = 0, \quad (3)$$

кўринишни олади, бу ерда: A^w – кучлар майдон вектор, $C_w = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – тўлқиннинг тарқалиш тезлиги.

Олинган энергия таъсири натижасида майдон кучлари томонидан механик иш бажарилиб, ушбу куч қуйидаги мунособат орқали аниқланади, яъни:

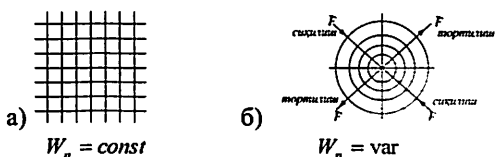
$$\vec{F} = \vec{grad}W, \quad (4)$$

бу ерда: W – майдон энергияси; F – электромагнит майдон томонидан таъсир этаётган куч.

Фазовий ўзаро таъсирларнинг электромагнит майдон назарияси энергетик майдонни кўринишини тўр шаклида тасаввур этишни тақозо этади. Агарда

майдон бир текис бўлса, у холда тўрнинг хар бир тугунида энергия сатхи қандай сатҳда бўлишидан қатъий назар ўзгармас бўлади ($W=const$). Мос равишда бундай текис энергетик майдоннинг кучи бўлмайди, чунки унда энергия градиенти бўлмайди (констант градиенти нолга тенг) (1а.расм). Агар майдон нотекис бўлса, у холда энергетик тўрнинг тугунида энергия ўзгарувчан қатталиқ ҳисобланади. Хар бир концентрик доира ўзининг энергия сатҳига эга бўлиб, майдоннинг эквипотенциал экки сиртни тасвирлайди (1б.расм). Энергия градиенти (\vec{F} куч) доиранинг марказига радиал линия бўйича максимал энергия тўпланадиган томонга йўналади.

Фазовий ўзаро таъсирларнинг электромагнит майдоннинг тасвири эквипотенциаллар ва кучланганлик куч чизиклари билан эмас, балки эквипотенциал чизиклари ва майдон томонидан таъсир этаётган \vec{F} куч йўналишлари билан тасвирланади.



а) текис майдон, б) нотекис майдон.

1-расм. Энергетик сиртлар

Бунда на фақат энергиянинг чегаравий $W_{max}=const$ қиймати ва заряднинг ҳақиқий энергиясини ҳисобга олиш, балки фазонинг яширин энергиясининг қолган қисмини W_S ҳам ҳисобга олишга тўғри келади. Жисмнинг энергетик балансини:

$$W_{псп} - W_S = \int_a^b \vec{F} \partial \vec{x} - \int_0^a \vec{F} \partial \vec{x} = 0 \quad (5)$$

аниқлаб ифодани ёзамиз.

Ҳисоблашларда қўлланиладиган ҳисоблашнинг дифференциал апаратини қўллаш, ўзига хос энергия майдонининг ҳақиқий энергия микдорини очиқ беради. Ушбу масала эластиклик назариясининг квантли муҳотида ечилган:

$$W_{псп} = \frac{G_0^2}{G} R_S, \quad (6)$$

бу ерда: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$ - гравитацияли констант; R_S - заррача радиуси; G_0^2 - гравитацияли потенциал квадрати.

Заррача энергиясининг кўпайиши заррачанинг чегаравий энергия қиймати ва ташқи майдонлар томонидан таъсир этаётган яширин энергиялар фарқи билан белгиланади:

$$W = W_{псп} - W_{вш}, \quad (7)$$

бу ерда: W_T - ташки майдонлар энергияси.

Барча ўзаро таъсирлар фазода тарқалган энергия кўринишида энергетик майдон туфайли юз беради. Умуман олганда электр ва магнит хусусиятга эга бўлган статик электромагнит майдон кўринишидаги электр ва магнитли бир жинсли нейтрал ва изотроп муҳит пайдо бўлади.

Диссертациянинг «Фазовий электромагнит майдонда зарядланган зарраларнинг ҳаракати» деб номланган иккинчи бобда зарядланган заррачаларнинг ўзаро таъсири, фазовий ўзаро таъсир электромагнит майдонни муҳандислик ҳисоблаш усуллари ва сочма материалларни ажратиш усуллари таҳлиллари ифодаланган.

Зарядланган заррачалар электромагнит майдонга кирганда уларнинг ҳаракат траекториялари ўзгаради. Зарядланган заррачалар ўз ҳаракатида майдонга таъсир қилиб, унинг жадаллигини ўзгартиради. Зарядга таъсир қилаётган куч майдонга перпендикуляр бўлади. Бунда куйидаги ифода орқали аниқланадиган куч таъсир этади, яъни:

$$\vec{F}_M = m_0 \frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = q_0[\vec{\vartheta}\vec{B}], \quad (8)$$

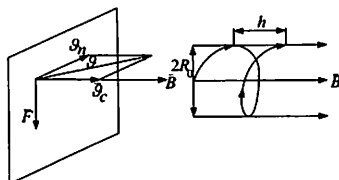
бу ерда: m_0 - заррача массаси. $\vec{F}_M \perp \vec{\vartheta}$ бўлгани учун, $d\vec{\vartheta} / dt \perp \vec{\vartheta}$ бўлади.

Жумладан, ҳаракат $|\vec{\vartheta}|$ ўзгармас тезликда кечиб, тезлик векторининг йўналиши ўзгаради. Нормал тезланиш, траекториянинг эгрилик радиуси ва ҳаракат тезлиги куйидаги мунособат орқали боғланган, яъни:

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\vartheta_0^2}{R_0}. \quad (9)$$

Агарда $\vec{B} = const$, $\vec{B} \perp \vec{\vartheta}_0$ бўлса, у ҳолда зарядланган заррачаларнинг ҳаракати \vec{B} йўналишига перпендикуляр текисликда ётган айлана бўйлаб бўлади.

Заррачага \vec{B} ва \vec{E} кучлар таъсир қилгани учун, заррача электромагнит майдонга бурчак остида тушади, яъни тезлик векторини иккита ташкил этувчига ажратиш мумкин (2 расм). Заррача ҳаракати \vec{B} вектор линияси бўлаб, ϑ_c тезликда тўғри чизикли ва айлана бўйлаб ϑ_n тезликдаги текис ҳаракатлардан иборат бўлади, ёки иккита ҳаракатдан иборат бўлади.



2-расм. Зарядланган заррачаларнинг умумий фазовий майдондаги ҳаракат траекторияси

Харакат траекторияси винтли линия бўйлаб кечади (3-расм). Заррачага таъсир этаётган натижавий куч:

$$\vec{F} = \vec{F}_M + \vec{F}_3 = q_0 \{ \vec{E} + [\vec{v} \vec{B}] \}, \quad (10)$$

бўлади.

Агарда q_0 зарядли заррача фақат электр майдонида ҳаракатланса, унинг ҳаракати тўғри чизикли траектория текис-тезланишли бўлади. Агарда зарядланган заррачалар бир жинсли магнит майдонда ҳаракатланса (3-расм), у холда оғиш катталигини тахминан:

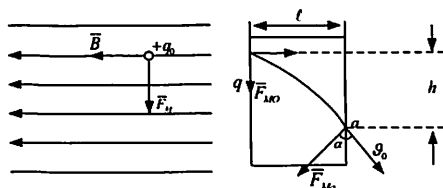
$$h = \frac{F_M t^2}{2m_0 g_0} = \frac{q_0 B l^2}{2m_0 g_0}, \quad (11)$$

ифода ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

Электр ва магнит майдонлар фазовий ўзаро таъсирли электромагнит майдон ҳисобланади.

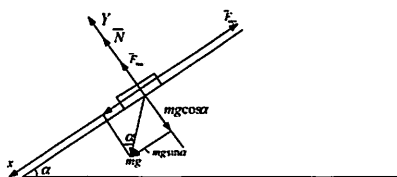
Турли диэлектрикларни ажратишда уларга электромагнит майдонни диэлектриклар ҳаракатига перпендикуляр йўналиш таъсир этилса максимал самара беради.

Қувир ичида ҳаракатланаётган минерал заррачасига таъсир этаётган кучни кўриб чиқамиз. Қувир ичидаги заррачанинг ҳаракати оған текислик бўйича бўлади (4-расм).



3-расм.

Бир жинсли магнит майдонда зарядланган заррачаларнинг ҳаракати



4-расм.

Труба ичида ҳаракатланаётган заррачага таъсир этаётган кучни тақсимланиши

Умумий фазовий майдон асосида яратилган қурилма ёрдамида минераллардан элементларни ажратиш режимини аниқлаймиз. Заррача F_{M0} куч таъсирида ажралади, бунда ишқаланиш кучини ҳисобга олмаса ҳам бўлади, яъни $F_{np} = 0$, F_1 -куч куйидаги шартдан аниқланади:

$$F_1 = \frac{d}{S^2} (g_0^2 + Sg \sin \alpha + g_0 \sqrt{g_0^2 + Sg \sin \alpha}). \quad (12)$$

Электромагнит куч эса мос равнишда:

$$F_{3M} = mgg \cos \alpha + d / S^2 (\vartheta_0^2 + Sg \sin \alpha + \vartheta_0 \sqrt{\vartheta_0^2 + 2Lg \sin \alpha}) \quad (13)$$

ифода ёрдамида аниқланади.

Хисоблашлар шуни кўрсатдики, электромагнит майдонда материалларни ажратишда магнит кучларнинг асосий қисми тортилиш кучини енгишга сарф бўлар экан. Ажратишнинг зарурий шарти барча хажмда ўзаро фазовий электромагнит майдоннинг мавжудлигидир.

Диэлектрик кувирнинг бурчак остида жойлашиши F_{3M} кучли электромагнит майдонга боғлиқ эмас. Минераллардан элементларни ажратиб олиш ва майдалаш жараёнига мис стерженнинг таъсирини кўриб чиқамиз. Бунда майдоннинг кучланганлиги Ом конунининг дифференциал шаклидан: $E = 108,3 \cdot 10^{-4} \text{ В/м га}$ тенглиги келиб чиқади.

Агарда заррачанинг ҳаракат траекториясига бўлган уринма тўғри чизиқдан иборат деб қаралса, у холда, унинг x ўқига нисбатан ҳосил қилган бурчак коэффициентни:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{3}{8} \cdot \frac{(1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}) \cdot E^2}{4,9 \pi a \delta}, \quad (14)$$

бўлади.

Турли заррачаларнинг оғиш бурчаги турлича бўлади, хусусан кварц учун 71° , магнетик учун эса 64° ни ташкил этади. Бунжа унда кварц ва магнетитни ажратишда бурчакнинг ўзгариши $\Delta \varphi = 71 - 64 = 7^\circ$ бўлади, яъни кварцли траектория магнетитникидан юқори бўлади.

Электр майдони жинсли бўлгани учун, зарядланган заррачага пондемотор (ташқарига итарувчи) куч таъсир этиб, унинг қиймати мухитнинг характериға боғлиқ, яъни:

$$F_{\text{ном}} = \varepsilon_1 a^3 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} E \frac{dE}{dx}, \quad (15)$$

бу ерда: $F_{\text{ном}}$ - пондеромотор куч; ε_1 - мухитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги; ε_2 - заррачанинг диэлектрик синдирувчанлиги; a - заррачанинг радиуси; E - электр майдон кучланганлиги; dE/dx - электр майдони кучланганлигининг ўзгариш градиенти.

Майдон кучланганлиги йўналишининг кутби ўзгариши билан кутбланиш йўналиши хам ўзгаради. Шунинг учун ажралган элементларнинг таркибини ўзгартириш мумкин. $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$ қийматли заррачалар пондемотор куч таъсирида кучланганлик камайиш йўналишида туртиб чиқарилади. Бу куч зарядланган мис стержен яқинида заррача траекториясига таъсир этади.

Майда фракцияда каолинитдан темирни ажратишда, темир диэлектрик ҳолатига ўтади. Таркибида 4,7% темирли Ангрен қазилмасидан спектрал тахлилда 0,6% колдик олинди.

Электромагнит майдон қурилмаси 500мкм дан 1-4мкм гача минералларни майдалашни ишлаб чиқиш, ҳамда минераларни элементларга оптимал параметрли ажратиш имконини берди.

Диссертациянинг «Электромагнит майдон асосида қурилмалар яратиш» деб номланган учинчи бобида ўзаро фазовий электромагнит майдон асосида турли қурилмаларни қуриш имкониятлари кўрилди. Турли тадқиқотлар кўп функцияли қурилмалар яратиш имконини бериб, уларда тажрибалар ўтказилди. Электромагнит майдоннинг кўп функцияли қурилмаларида ўтказилган тажриба натижаларини тахлили уларни янги физика-кимёвий хусусиятли материаллар олишдаги имкониятларини кўрсатди.

Умумий фазовий электромагнит майдон гравитацион, электромагнит, магнитостатик ва электр каби тўртта фундаментал ўзаро таъсирга асосланади. Ташқи майдонлар материалларни бузилишига ва майдаланишига олиб келадиган сиқувчи ва тортувчи кучларни вужудга келтиради.

Ўтказилган кўпгина тажрибалар умумий фазовий электромагнит майдонда яратилган қурилмаларнинг самарадорлиги ва минерал тўқув материалларни диспергирлаш жараёнига киритиладиган модификаторнинг таъсирларини ўрганиш имконини берди. Электромагнит майдоннинг режими ($B=6Tл$) ўрнатилиб, цемент-золошак ва модификаторнинг энг самарали мунособатини аниқлаш бўйича тажрибалар ўтказилди.

Олинган натижаларни майдалаш жараёни туфайли жисм ҳажмида дарзларнинг статистик тақсимланиши рўй бериши билан тушутириш мумкин бўлади. Энг оддий дислокация (дарзларнинг пайдо бўлиши) минерал ичи бўйлаб ўзига хос чизикли чегара (ортикча ярим текислик) ҳисобланади. Шунинг учун, умумий фазовий майдоннинг ўзаро таъсирида заррачалар шар шаклига айланиб, материал ҳажмининг бирлик массасида солиштирма сиртини катталаштиради. Умумий фазовий майдон кучи чўзишга йўналган бўлиб, у куч материалларни 5 маротаба мустаҳкамлигини камайтиради.

Агарда жойлашган шарнинг радиусини бир деб қабул қилсак, у ҳолда банд бўлмаган шарларнинг ҳажми 0,4, бандлариники эса 0,6 га тенг бўлади. Бунда 4 мкм гача майдаланган цемент 40% бўшлиқни тўлдириб, кул чикиндилари эса табиийки 60% ни тўлдиради. Бунда, цемент-кул чикиндисидан ташкил топган олинган бетон жуда катта мустаҳкамликка эга бўлади. Цемент аралашманинг ҳажми ошиши билан унинг мустаҳкамлиги камаюди. Бу золошак сфералари тўлдирмаган бўшлиқни цемент тўлдириши билан тушунтирилади. Бетоннинг ушлаб қолиш вақти рухсат этилган вақтга мувофиқ 1 суткани ташкил этади. Золошак ҳажмининг ошиши билан бетоннинг мустаҳкамлиги камаюди. Маълумки, цемент CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . оксидларнинг фойзли мунособатида кўринишида тасаввур қилинади. Цемент-кул чикиндини фазовий электромагнит майдон орқали ўтказилса, унинг сифати яхшиланиб, маркаси ошади. Унинг маркаси модификатор қўшилганда 700 да 1150 гача ошганлиги кузатилди.

Сифатли оқ тупроқ ҳамда адсорбентлар олиш учун бажарилган тадқиқотлар ҳам келтирилган. Дастлабки ва қайта ишланган каолиннинг спектрал тузулиши натижалари «Марказий лаборатория» давлат корхонсида олинган. Оқ тупроқдан баъзи бир элементлар уни умумий фазовий электромагнит майдон қурилмасида қайта ишлаш натижасида ажратиб олинди, бошқарали эса, масалан темир, кремний, алюминий, кальцийлар камайтирилди.

Бундан ташқари оқ тупроқ асосида адсорбент олиш бўйича ҳам тажрибалар ўтказилди. Электромагнит майдон қурилмасида иккиламчи каолиндан адсорбент олиб, уни «№2-Тошкент ёғ мой комбинатида» лабораториясида пахта ёғини тозалашда фойдаланилди.

Электромагнит майдон қурилмаси орқали ўтказилган «оқ тупроқ» ва бентонит «Пакистан» отбелли тупроқнинг спектрал тузулиши билан фарк қилмади. Бу эса Ўзбекистон иқтисодига зарур бўлган экспертни ўрнини босадиган адсорбент олиш имконини беради.

Электромагнит индукциянинг материалларнинг химик хоссаларига таъсири шуни кўрсатдики, ушбу материалларни умумий фазовий электромагнит майдон ёрдамида активлаштириш минералларда элементлар миқдорининг камайишига олиб келди. Ангрен кўмирини қайта ишлаш натижасида юқори зол берадиган элементлар камайиб, кўмирнинг иссиқлик бериш қобилиятини оширганлиги, шу билан бирга тупроқни 40% га камайдигани кузатилди.

Диссертациянинг «Замонавий технологик жараёнларни бошқарув қурилмаси ва олинган композит материаллар экспериментал хусусиятлари» деб номланган тўртинчи бобида электромагнит майдонни бошқариш тизими қурилмасининг хусусиятлари, (Driver) мувофиқловчи платали MOSFET ва IGBT (транзисторлар) элементларда қурилган кўп функцияли қурилманинг иккита чиқишли бошқариш тизимини яратиш, тажриба характеристикалари ҳамда бошқариш тизими ва технологик жараёнларни назорат қилишда дастурли таъминот ишлаб чиқилган.

Яратилган бошқариш схемаларида исрофлар камаяди, фойдали иш коэффиценти ортади, электромагнит халақитларнинг сатхи камаяди, ток бўйича ҳимоя тўлиқ йўқолади. Ушбу бошқариш тизимларида драйверлар қўлланилди. Агар затвор сиғими 5000 pF дан катта бўлган MOSFET транзисторлари қўлланиладиган бўлса, драйверлар керак бўлади. IGBT транзисторлар учун битта импульсли трансформаторнинг ўзи етарли бўлади. Ушбу ўзгартиргичларни бошқариш частотавий ёки фазавий усулларда бўлиши мумкин. Куч қалитлари затворларида сигналларнинг шакли тоза тўғри тўртбурчакли ва давомийлиги $\tau = 0,5; 0,4; 0,3; 0,2$ мкс бўлиши керак.

Катта электромагнит майдонни яратиш учун 120В кучланишда 500А гача ток керак бўлади. Шунинг учун конструктив параллел уланган MOSFET модулли транзисторлардан фойдаланилди. Ишлаб чиқилган тизим горизонтал ва вертикал электромагнит ғалтакларни иккита чиқиш частотада бошқариш имкониятини беради. Бошқариш тизими дастурли таъминотда бошқариладиган ATmega8 микроконтроллер асосида яратилди. Бошқариш тизими куйидагиларни таъминлайди: бошқариш кучланиш ва токни автоматик бериш,

галтакларда хароратни ошиб кетганида таъминотни автоматик узиш, қувурдаги хом-ашёни автоматик бошқариш.

Микроконтроллернинг принципиал электр схемаси Proteus дастурида моделлаштирилган. Схема ёкиш қурилма ва микроконтроллерни қайта дастурлаш учун программатор билан таъминланган. Дастур берилаётган импульсларни назорат қилиб туриш имконини беради. Назорат импульснинг кенглиги, частотаки, шакли ва амплитудаси бўйича амалга оширилади. Бундан ташқари, калит режимида ишлайдиган кучли ярим ўтказгич элементлар ҳам назорат қилинади.

Қурилмада сочма материаллар олиш учун етарли даражада тахминан 6Тлга тенг катта индукция талаб қилинади. Бундай индукцияни импульсли режимда вужудга келтириш учун SEMIKRON SKM800GA126D маркали (БТИЗ) изоляцияланган затворли биполяр транзисторлар ва драйвер танланди.

Яратилган бошқариш тизими мусбат чиқиш сигнали импульсини олиш ва керакли катталиқда амплитуда, фаза ва кенглигинини сошлаш имконини беради. Ушбу технологик жараён ангрэн конида юкори сифатли ок тупрок олиш билан боғлиқ. Қурилмага уни киритиб чиқишда, тайёр маҳсулот олгунгача бўлган барча функциялар бошқариш пульти орқали амалга оширилади. Бошқариш пултига қўл билан ва берилган бошқариш дастурли махсус компьютер орқали назорат қилиб турадиган автоматик бошқарадиган асбоблари ўрнатилган.

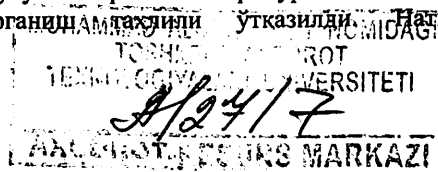
Дастлабки хом-ашё ва қайта ишланган маҳсулотларнинг аналитик тадқиқоти Геология давлат қўмитасининг «Марказий лабораторияси» давлат корхонасида ўтказилди. Тажрибадан мақсад, умумий фазовий электромагнит майдон асосида ишлаб чиқилган усуллар ёрдамида ангрэн ок тупрокларини тупроклар бўйича қурук тўйинтириш имконини яна бир бор кўрсатиш эди. Унда хом-ашёдаги компонентларни ажратиш йўли билан унинг қимматли ташкил этувчилари ҳисобланган кул чиқиндиларидан миттисфера ва майдаланган кул чиқиндиларидан юкори маркали цементлар олинди. Дастлаб, каолинитни парчаланани ва шарли тегирмонда 740 мкм гача майдаланади. Сўнгра, майдаланган каолинитни электромагнит майдон қурилмасидан ўтказилиб, заррачанинг 1 дан 5 мкм гача ўлчамига эришилди.

Кул чиқиндалари ва майдаланган кул чиқинларини микроскоп тадқиқотини рентгенофазали, масс-спектрометрикли ва спектралли таҳлиллари натижалари олинди. Тажриба натижалари шуни кўрсатдики, хом-ашёдаги тупрокнинг таркиби 18,9% дан концентратда 37,8% гача ортди. Бунда дастлабки ок тупрокни юклашда чиқишда 41-42% концентратга эришилди.

ХУЛОСА

Ушбу диссертацияга тегишли фундаментал, жамоавий тадқиқотларни ягона фазовий майдон табиати ва таъкидланган қисмлари бўйича умумий натижаларни қуйидаги хулосаларда келтириш мумкин:

1. Табиат объектларининг хусусиятларига таъсир кўрсатиш мақсадида электромагнит майдонларни ўрганишда таъминотни ўтказилди. Натижада



дифференциал ва тўлқин тенгламалар олинган, қурилмада минералларни майдалаш, ажратиш ва бойитиш параметрлари аниқланиш имкони олинган.

2. Электромагнит майдон назарияси асосида (дисперсияси 500мкм дан 1-4мкмгача) материалларни майдалаш, ажратиш, бойитиш, металл, қотишмалар ва суюклик эритмаларни тозалаш энергия тежамкор қурилмалари ишлаб чиқилган. Натижада темирдан, алюминийдан ва бошқа металллар: бор, каолин, бентонитлар тозаланилиш имкониятини берган.

3. Электромагнит майдон асосида золли чиқиндилардан фойдаланиб, ўта тоза ва нано материаллар, юқори маркали цементларни олиш усуллари ишлаб чиқилган. Натижада ёпиштириш қоришма 50% цемент, 50% золошлак ҳамда 40% цемент, 60% золошлакда энг катта мустаҳкамликка эга бўлишлиги имконияти олинган.

4. Тажриба натижалари Ўзбекистон Республикаси Геология давлат қўмитасининг базаси қошидаги «Марказий лаборатория»да, ўтказилиб, синовлар шуни кўрсатдики, тупроқ таркиби хом ашёда 18% дан 37% гача концентратда кўпайди. Натижада бунда дастлабки юкланган оқ тупроқга нисбатан концентрат чиқишда 41-42% ни ташкил қилиш имкониятига эришилган.

5. Тажриба характеристикалари асосида минералларни майдалаш, ажратиш ва тўйинтириш учун параметрларни ҳисоблашнинг инженер усуллари учун формулалар олинди. Натижада ишлаб чиқилган қурилмалар ёрдамида минералларни физик – кимёвий тузилишини аниқ элементларга ажратиш имконияти яратилган.

6. Электромагнит майдонни сочма материаллар, иссиқлик электр станция чиқиндилари, суюкликлар, хом ашёни ажратиш ва тўйинтириш ҳамда қул чиқиндилари ва майдаланган қул чиқиндилари миттисфералар олишдаги таъсирлари аниқланди. Натижада кераксиз чиқинди материалларни иккиламчи маҳсулот қилиб қурилиш материалларига қўшиб ишлатиш имкониятига эришилди.

7. Ишлаб чиқилган «Ангрен иккиламчи каолин конини қуруқ бойитиш» Ўзбекистон Республикаси давлат геология қўмитасининг ишчи лойиҳаси «Вақтинчалик технологик регламенти»га киритилган. Натижада иккиламчи каолинни бойитиш технологиясининг технологик жараёнларини икки марта қисқартириш, технологик жараёнларда энергия сарфини 35%га камайтириш имконини берган.

Электромагнит майдон қурилмаси қўлланишидан олинган умумий иктисодий самадорлик йилига 136 млн. сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК DSc.27.06.2017.Т.03.03 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ и
ООО «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ**

**05.05.02 – Электротехника. Электроэнергетические станции, системы.
Электротехнические комплексы и установки**

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

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.2.PhD/Т275.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyounet.uz).

Научный руководитель: Халиков Абдулхак Абдулхайрович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Гайбов Тулкин Шерназарович
доктор технических наук, профессор

Соколов Валерий Константинович
доктор технических наук, профессор

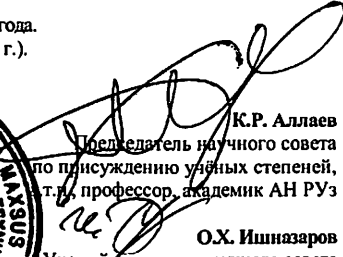
Ведущая организация: Навоийский государственный горный институт

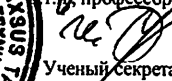
Защита диссертации состоится «22» сентябрь 2018 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.03.03 при Ташкентском государственном техническом университете и ООО «Научно-техническом центре». (Адрес: 100095, г Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

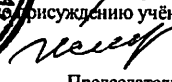
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (регистрационный номер - 38). (Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Автореферат диссертации разослан «13» 01 2018 года.
(протокол рассылки № «2» от «13» 01 2018 г.).




Ж.Р. Аллаев
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик АН РУз


О.Х. Ишнараров
Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней, д.т.н.


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

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Разработка и совершенствование существующих технологий и устройств для переработки первичных и вторичных материалов под воздействием физических, химических и физико-механических процессов приобретают лидирующие позиции в мире. «Среднее электропотребление оборудования для переработки полезных ископаемых составляет 100 кВт·ч и более, в том числе для получения измельчения материалов требуется затратить электроэнергию 25 кВт·ч на тонну при 100 мкм, а при 15 мкм до 150 кВт·ч на тонну»¹. В связи с этим решающее значение имеет улучшение энергосберегающих технологий и устройств для измельчения до мелких частиц минералов, разделения их на элементы при обогащения.

В мире в настоящее время после достижения определенных успехов в создании технологий механического измельчения первичных и вторичных материалов формируется ориентация научно-исследовательских работ на разработку энергоэффективных способов и устройств при переработке минералов под действием электромагнитного поля. В этом направлении сопутствующими проблемами являются улучшение свойств первичных материалов и получение материалов с новыми свойствами для применения в различных областях, а также использование в качестве вторичного сырья техногенных отходов производства. Чрезвычайно актуальна разработка устройств электромагнитного сепаратора с новыми конструкциями и схемами, энергоэффективных и ресурсосберегающих – с использованием интеллектуальных систем управления в процессе обработки.

После обретения независимости республики особое внимание уделяется повышению технического и технологического уровня переработки природных ресурсов, модернизации существующих средств, а также внедрению новых видов оборудования. В этой связи значительные результаты достигнуты по усовершенствованию новых устройств измельчения композиционных материалов промышленных предприятий путем разработки шаровых мельниц и дробильных установок. В то же время одним из самых важных вопросов в данном направлении является научно-исследовательская работа по получению мелкодисперсных однородных материалов, а также их разделению на энерго- и ресурсосберегающих электромагнитных установках. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены задачи «...сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, расширение использования возобновляемых источников энергии, повышение производительности труда в отраслях экономики...»². Реализация этих проблем, в том числе переработка техногенного и минерального сырья, получение новых типов материалов, а также разработка многофункциональных

¹ <http://industry-portal24.ru>

² Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

электромагнитных управляющих установок, оснащенных современными микроконтроллерами, коммутационными элементами и новыми схемами программного обеспечения – всё это является элементами решения важнейшей задачи энергосбережения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 26 мая 2017 года № ПП-3012 «О Программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017 - 2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

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

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на решение актуальных задач по разработке методов анализа электромагнитного поля и энергосберегающих устройств на их основе, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе в California Institute of Technology (США), Delft University of Technology (Голландия), Imperial College London (Великобритания), Tokyo technology institute (Япония), Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана (Россия), ООО «Научно-технический центр» и ООО «Энергоцентр» (Узбекистан).

Большой вклад в решение научных проблем энерго- и ресурсосбережения, в частности, устройств электромагнитного поля, внесли многочисленные работы, связанные с использованием электрической и магнитной энергии. Электрохимическим, ультразвуковым, электролизным, методам ультракоротких волн посвящены труды известных ученых таких как: Taniewska-Osinska Stefania, Palecz Bartlomiej, J. Anthony, Ph.M. Kanarev, Ю.П. Рассадкин, В.В. Сидоренков, М.В. Бобырь, В.С. Титов, С.Г. Емельянов, А.А. Шевяков, Р.В. Яковлева, И.А. Каляев, В.В. Коробкин, А.П. Кухоренко, а также отечественные ученые: Г.Р. Рахимов, Х.Ф. Фазилов, Дж.А. Абдуллаев, П.Ф. Хасанов, Х.Г. Каримов, Т.М. Кадыров и др. Исследования, посвященные проблеме извлечения от 1-10мкм, извлечения компонентов из минералов и их обогащение, непосредственно связаны с решением задачи разработки энергосберегающего устройства на основе электромагнитного поля.

Исследованию и разработке энергосберегающих устройств на основе методов анализа электромагнитного поля особое внимание уделили известные ученые: К.Р. Аллаев, А.А. Халиков, Н.М. Арипов, С.Ф. Амиров, И.К. Колесников и другие. Несмотря на значительные достижения, не в полной мере используются возможности системного анализа и остается нерешенной проблема промышленного использования устройств на базе пространственного

электромагнитного поля для измельчения, извлечения нужных компонентов из минералов и обогащения, с учетом фактора энергосбережения и с большой производительностью.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по следующим темам: №59 «Разработка и внедрение измерительных комплексов системы управления для модернизации вагона лаборатории», (2014); №84 «Применение единого пространственного поля для создания кавитационного теплового генератора», (2015); №97 «Разработка системы управления единым пространственным электромагнитным полем» (2017).

Целью исследования является совершенствование методов горнорудного анализа на основе электромагнитных полей и разработка энергосберегающих технологий и устройств для переработки пород.

Задачи исследования:

обоснование зависимости электромагнитных полей от процесса первичной и вторичной переработки материалов;

совершенствование методов получения высококачественного цемента и сверхчистых материалов путем их разделения на основе электромагнитных полей;

разработка многофункционального устройства управления технологическими процессами измельчения, разделения, обогащения и получения экологически чистых композиционных материалов;

разработка системы управления устройством электромагнитного поля для снижения энергопотребления технологических процессов обогащения материалов.

Объектом исследования являются устройства по переработке техногенных и минеральных ресурсов на промышленных предприятиях, приводящих к энергоресурсосбережению.

Предмет исследования состоит в поиске энергосберегающих режимов работы электромеханических установок дезинтеграторов, измельчения и обогащения композиционных материалов на промышленных предприятиях.

Методы исследований. В процессе исследования использованы методы теории электромагнитных полей и полей взаимодействия в сочетании с методами экспериментальных исследований характеристик получаемых композиционных материалов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснованы зависимости взаимодействия заряженных частиц в электромагнитном поле для разделения необходимых элементов от композитных материалов;

усовершенствованы методы построения эквиэнергетических поверхностей для измельчения композиционных материалов на основе свойств электромагнитного поля;

усовершенствованы методы получения высококачественного цемента и сверхчистых материалов с помощью устройства по обогащению материалов на основе электромагнитных полей;

разработано многофункциональное устройство управления для улучшения технологического процесса получения экологически чистых материалов, их измельчения, разделения и обогащения.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны способы определения параметров электромагнитного поля, необходимых для создания вводных условий и последующей обработки природных техногенных объектов и, в том числе, получению композиционных материалов с заданными физико-химическими свойствами;

разработаны устройства с рабочими режимами для измельчения, извлечения, обогащения материалов, получения сверхчистых и наноматериалов и высокомарочных цементов с применением зольных отходов;

разработана система управления с программным обеспечением для всего спектра технологических процессов промышленной обработки материалов.

Достоверность полученных результатов исследования обосновывается экспериментальными подтверждениями на промышленных установках показателей, ранее рассчитанных математически, как результат взаимодействия всех составляющих единого пространственного поля.

Научная и практическая значимость результатов исследования характеризуется изучением дифференциальных и волновых уравнений электромагнитного поля для решения задач объединения взаимодействия полей, в разработке методики построения эквизнергетических поверхностей на основе силовых характеристик электромагнитного поля, в разработке системы управления устройством электромагнитного поля для уменьшения энергетических затрат технологических процессов.

Практическая значимость результатов работы заключается в способах определения характеристик электромагнитного поля, позволяющих создать устройства по совершенствованию энергосберегающих технологий и устройств для измельчения, извлечения, обогащения материалов, получения сверхчистых и наноматериалов и высокомарочных цементов с применением зольных отходов, а также в системе управления с программным обеспечением для контроля технологических процессов получения композиционных материалов.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке методов анализа электромагнитного поля и энергосберегающих устройств на их основе:

разработано устройство электромагнитной дезинтеграции минерального и техногенного сырья, с помощью которого показаны возможности тонкого измельчения (до 4-10мкм) такого сырья и разделения полученных тонких фракций сырья на парамагнитные, ферромагнитные и диамагнитные ценные составляющие (справка Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан от 7 ноября 2017 года №ИМР-3933). Результатом научного исследования явилось улучшение качества

материалов путем измельчения от 4 до 10 мкм и снижения потребления энергии на 35% в технологических процессах;

система управления электромагнитным полем внедрена на УП «РСП-14 при АО «Узбекистан темир йуллари», в том числе на» (справка АО «Узбекистон темир йуллари» от 29 декабря 2016 года №НГ/4517-16). В результате можно сократить потребление энергии в технологических процессах на 27%, повысить точность контроля управления движением поездов;

получен «Временной технологический регламент» для разработки рабочего проекта: «Технология сухого обогащения вторичных каолинов Ангренского месторождения» государственного предприятия «Центральная лаборатория» при Государственном комитете геологии (справка Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан от 7 ноября 2017 года №ИМП-3933). В результате этого регламента двойное сокращение технологического процесса вторичной технологии обогащения каолина, позволило снизить потребление энергии на 35%.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования прошли апробацию на 19 научно-практических конференциях, в том числе на 11 международных конференциях и 8 Республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 28 научных работ, в том числе 3 статьи в иностранных журналах, 9- в республиканских журналах, вместе с тем имеется 1 Свидетельство на программу для ЭВМ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Объём диссертации составляет 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованности диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствующих приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «Исследования электромагнитных полей с целью воздействия на характеристики объектов природы» посвящена анализу способов определения характеристик электромагнитного поля, методам представления их системой дифференциальных и волновых уравнений. Реальностью существования пространственного электромагнитного поля является то, что силовое пространственное взаимодействие материальных тел описывается структурно тождественными законами Кулона в электромагнетизме и тяготения Митчелла – Кавендиша.

На основе анализа физических характеристик сил пространственного взаимодействия материальных тел в стационарных условиях установлена

объективность существования в природе электромагнитного поля силового взаимодействия тел в пространстве, обусловленного наличием в ней материи.

Аналитические выражения, описывающие различные по физической природе электрические, магнитные и гравитационные силы, образует поле пространственного взаимодействия. В настоящее время наиболее адекватным математическим описанием этого взаимодействия признаётся следующее:

$$\vec{F}(r) = A \cdot \frac{\hbar c}{r^2} r = -\text{grad}, \quad \vec{F}(r) = (A \cdot \frac{\hbar c}{r^2} r) = -\text{grad}U(r), \quad (1)$$

где $U(r)$ потенциальная энергия, A – безразмерный множитель.

Согласно уравнению (1) система дифференциальных уравнений электромагнитного поля имеет вид:

$$a) \text{rot } \vec{E}^{-\text{ноз}} = -\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \frac{\partial^2 \vec{A}''}{\partial t^2}; \quad b) \text{div} \left(\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{E}^{-\text{ноз}} \right) = 0; \quad c) \text{rot } \vec{A}'' = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{E}^{-\text{ноз}}; \quad d) \text{div} \left(\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \vec{A}'' \right) = 0; \quad (2)$$

Эти уравнения есть не что иное, как дифференциальные уравнения электромагнитного поля пространственных взаимодействий.

Волновые уравнения для компонентов поля пространственных взаимодействий электромагнитного поля имеют вид:

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{C_w^2} \frac{\partial^2 \vec{E}^{-\text{ноз}}}{\partial t^2} = 0, \quad \Delta \vec{A}'' - \frac{1}{C_w^2} \frac{\partial^2 \vec{A}''}{\partial t^2} = 0, \quad (3)$$

где A'' – векторный потенциал силового поля, $C_w = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – скорость распространения волн.

В результате того, что под действием полученной энергии совершается механическая работа, со стороны поля действует сила, которая определяется соотношением:

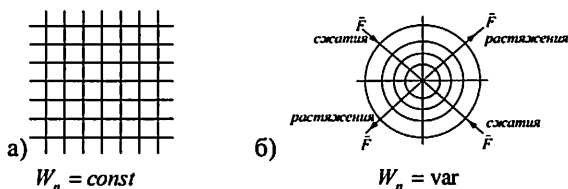
$$\vec{F} = \text{grad}W, \quad (4)$$

где W – энергия поля; \vec{F} – сила, действующая со стороны электромагнитного поля.

Теория пространственного электромагнитного поля взаимодействия предполагает картину энергетического поля в виде сетки. Если это поле равномерное, то в каждом узле сетки уровень энергии остаётся постоянным ($W = \text{const}$), независимо от величины этого уровня, каким бы высоким он не был. Соответственно силы в таком равномерном энергетическом поле будут отсутствовать, поскольку не будет градиентов энергии (градиент от константы равен нулю) (рис. 1а.). Если поле неравномерно, то имеются узлы сетки, уровень энергии в которых является переменной величиной. Каждая

концентрическая окружность соответствует своему уровню энергии, представляя собой эквиэнергетическую линию или поверхность в пространстве (рис. 1б.). Градиент энергии (сила \vec{F}) будет направлен в сторону максимальной концентрации энергии по радиальным линиям к некоторому центру.

Картина пространственного электромагнитного поля взаимодействия представляется не эквипотенциалами и силовыми линиями напряженности, а эквиэнергетическими линиями и линиями направления силы \vec{F} , действующей со стороны полей.



а) равномерное поле, б) неравномерное поле.

Рис. 1. Эквиэнергетические поверхности

При этом надо учесть не только предельную энергию $W_{max}=const$ и энергию действительную W для частицы, но и оставшуюся долю скрытой энергии W_S пространства, определяющую энергетический баланс тела:

$$W_{п.кр} - W_S = \int_a^b \vec{F} \partial \bar{x} - \int_0^a \vec{F} \partial \bar{x} = 0. \quad (5)$$

Применяемый в расчетах аппарат дифференциального исчисления открывает истинную энергоёмкость пространства как особого энергетического поля. Эти вопросы были решены в теории упругой квантовой среды:

$$W_{п.кр} = \frac{G_0^2}{G} R_S, \quad (6)$$

где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$ - гравитационная постоянная; R_S - радиус частицы; G_0^2 - квадрат гравитационного потенциала.

Увеличение энергии частицы определяется как разница между предельной величиной энергии частицы и скрытой энергии со стороны внешних полей:

$$W = W_{п.кр} - W_{вш}, \quad (7)$$

где $W_{вш}$ - энергия внешних полей.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что в основе всех взаимодействий лежит энергетическое поле в виде распределенной в пространстве энергии. В целом, создаётся электрически и магнитно

нейтральная однородная и изотропная среда, обладающая электрическими и магнитными свойствами в виде статического электромагнитного поля.

Во второй главе «Движение заряженных частиц в пространственном электромагнитном поле» рассмотрена динамика взаимодействия заряженных частиц, методика инженерного расчета влияний электромагнитного поля пространственных взаимодействий и разработаны методы разделения сыпучих материалов.

При вхождении заряженной частицы в электромагнитное поле, её траектория движения изменяется. В свою очередь, заряженная частица при движении влияет на поле, изменяя его интенсивность. Сила, действующая на заряд, перпендикулярна плоскости поля. В этом случае будет действовать сила, определяемая по формуле

$$\vec{F}_M = m_0 \frac{d\mathcal{G}}{dt} = q_0[\vec{\mathcal{G}}\vec{B}], \quad (8)$$

где m_0 - масса частицы.

Так как, $\vec{F}_M \perp \vec{\mathcal{G}}$, то и $\frac{d\vec{\mathcal{G}}}{dt} \perp \vec{\mathcal{G}}$. Следовательно, движение будет происходить с неизменной скоростью $|\vec{\mathcal{G}}|$; изменяться будет направление вектора скорости. Нормальное ускорение, радиус кривизны траектории и скорость движения связаны соотношением:

$$\frac{d\mathcal{G}}{dt} = \frac{\mathcal{G}_0^2}{R_0}. \quad (9)$$

Если $\vec{B} = const$ и $\vec{B} \perp \vec{\mathcal{G}}$ движение частицы будет происходить по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к направлению \vec{B} .

Так на частицу действуют \vec{B} и \vec{E} , то частица попадает в электромагнитное поле под углом, в этом случае вектор скорости можно разложить на две составляющие (рис. 2). Движение частицы складывается из двух движений: прямолинейного со скоростью \mathcal{G} , вдоль линий вектора \vec{B} и равномерного движения по окружности \mathcal{G}_n .

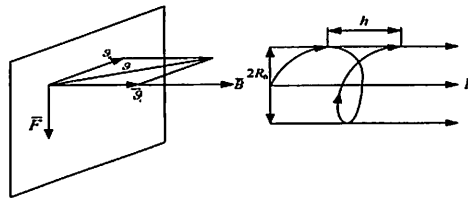


Рис.2. Траектория заряженной частицы в электромагнитном поле

Траекторией движения будет винтовая линия. Результирующая сила, действующая на частицу, составит:

$$\vec{F} = \vec{F}_M + \vec{F}_\vartheta = q_0 \{ \vec{E} + [\vec{\vartheta} \vec{B}] \}. \quad (10)$$

Если частица с зарядом q_0 движется только в электрическом поле, то её движение будет равномерно-ускоренным по прямолинейной траектории. В поперечном электрическом поле заряженная частица движется по параболе. Вне поля путь частицы будет прямолинейным по касательной к параболе в точке a . Если заряженная частица движется в однородном магнитном поле (рис.3), тогда величину отклонения можно приближенно подсчитать по формуле

$$h = \frac{F_M t^2}{2m_0 \vartheta_0} = \frac{q_0 B l^2}{2m_0 \vartheta_0}. \quad (11)$$

Электрическое и магнитное поля считаются сутью электромагнитного поля пространственных взаимодействий.

Максимальный эффект для разделения различных диэлектриков получается при воздействии электромагнитного поля перпендикулярно движению диэлектриков.

Рассмотрим действия сил на частицу минерала, движущуюся внутри трубы. Движение частицы внутри трубы происходит по наклонной плоскости (рис. 4).

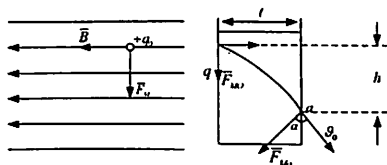


Рис. 3. Движение заряженной частицы в однородном электромагнитном поле

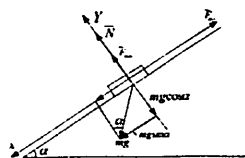


Рис. 4. Распределение действия сил на частицы минерала при движении в трубе

Определены режимы извлечения элементов из минералов на основе устройства электромагнитного поля. Так как частица отрывается силой F_M , а силой трения можно пренебречь ($F_{тр} = 0$), то сила F_1 находится из условия:

$$F_1 = \frac{h}{L^2} (\vartheta_0^2 + Lg \sin \alpha + \vartheta_0 \sqrt{\vartheta_0^2 + Lg \sin \alpha}). \quad (12)$$

Электромагнитная сила находится из условия:

$$F_{ЭМ} = m[g \cos \alpha + \frac{h}{L^2} (g_0^2 + Lg \sin \alpha + g_0 \sqrt{g_0^2 + 2Lg \sin \alpha})]. \quad (13)$$

Расчеты показывают, что при извлечении материала в электромагнитном поле значительная доля электромагнитной силы расходуется на преодоление сил тяжести. Обязательным условием извлечения является наличие электромагнитного поля пространственных взаимодействий во всем объеме.

Для сильного электромагнитного поля $F_{ЭМ}$ не зависит от угла расположения диэлектрической трубы. Рассмотрим влияние медного стержня на процесс разделения и извлечения элементов из минералов. Напряженность поля при этом определяется законом Ома в дифференциальной форме и равна: $E = 108,3 \cdot 10^{-4} \text{ В/м}$.

Если считать, что касательная к траектории движения частицы прямая линия, то наклон ее к оси x будет определяться угловым коэффициентом:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{3}{8} \cdot \frac{(1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}) \cdot E^2}{4,9 \pi m \delta}. \quad (14)$$

Угол наклона разных частиц минерала будет различным, так для кварца он составит 71° , для магнетита -64° , поэтому при разделении материалов кварца и магнетита изменение угла будет $\Delta\varphi = 71 - 64 = 7^\circ$, то есть траектория кварцевой частицы окажется выше траектории магнетита.

Так как электрическое поле неоднородное, то на заряженную частицу действует пондеромоторная (выталкивающая) сила, ее величина зависит от характера среды:

$$F_{\text{пов}} = \varepsilon_1 a^3 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} E \frac{dE}{dx}, \quad (15)$$

где $F_{\text{пов}}$ - пондеромоторная сила; ε_1 - диэлектрическая проницаемость среды; ε_2 - диэлектрическая проницаемость частицы; a - радиус частицы; E - напряженность электрического поля; dE/dx - скорость изменения напряженности электрического поля.

С изменением полярности направления напряженности поля изменяется и направление поляризации. Следовательно, можно изменять состав выделенных элементов. Частицы со значением $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$ будут выталкиваться пондеромоторной силой в направлении уменьшения напряженности. Эта сила влияет на траекторию частиц вблизи заряженного медного стержня, который находится внутри рабочего органа.

При извлечении железа из каолинита мелкой фракции железо переходит в состояние диэлектрика. Так, при извлечении железа из Ангрэнского месторождения каолинита с содержанием железа 4,7% при спектральном анализе получен остаток 0,6%.

Оценивая рассмотренное, можно сделать вывод, что устройства на основе электромагнитного поля позволяют произвести домол минералов от 500мкм до 1-4мкм, а также разделить минералы на элементы с расчетными параметрами.

В третьей главе «Разработка устройств на базе электромагнитных полей» рассмотрены возможности построения различных устройств на базе электромагнитного поля пространственных взаимодействий. Исследования позволили создать многофункциональную установку, в которой проводились эксперименты. Анализ полученных экспериментальных данных на многофункциональной установке электромагнитного поля показал возможности применения установок для получения материалов с новыми физико-химическими свойствами.

Действия результирующего электромагнитного поля основаны на фундаментальных взаимодействиях четырех видов полей: гравитационного, электромагнитного, магнитостатического, электрического. Внешние поля создают сжимающие или растягивающие силы, которые приводят к разрушению и измельчению материалов.

Проведены опыты, позволяющие изучить эффективность разработанной установки результирующего поля и влияния модификатора, вводимого в процессе диспергирования минеральных вяжущих материалов. При установленном режиме электромагнитного поля ($B=6Тл$) проведены эксперименты по выявлению наиболее эффективной пропорции цемент – золошлак / содержание модификатора.

Полученные результаты объясняются образованием в процессе измельчения и последующего разрушения плотных агрегатов из частиц со статическим распределением трещин в объеме тела. Самой простой дислокацией (образование трещин) является краевая, представляющая собой линию, вдоль которой обрывается внутри минерала край “лишней полуплоскости”. Поэтому, при взаимодействии пространственного поля, частицы приобретают форму шара, что увеличивает удельную поверхность единицы массы объема материалов. Силы пространственного поля направлены на растяжение, так как эти силы уменьшают прочность материалов на разрушение почти в 5 раз по сравнению, с тем, если бы эти силы действовали на сжатие.

Таким образом, при измельчении золошлака получают микросферы – мельчайшие гранулы, составленные из полых сфер. Свободное пространство между сферами складывается из пустот двух типов: тетраэдрических (окруженных четырьмя шарами) и октаэдрических (окруженных шестью шарами). Если радиус шара упаковки принять равным за единицу, то объем, незанятый шарами будет 0,4, а занятый 0,6. При этом измельченный до 4 мкм цемент заполняет объем в количестве 40%, естественно, золошлак – 60%. При этом полученный бетон, изготовленный из цемент – золошлака, обладает большой прочностью. При увеличении доли цемента в смеси прочность его будет уменьшаться. Это объясняется тем, что цемент начинает занимать пространство, не заполненное сферами золошлака, что приводит при сжатии бетона к уменьшению прочности довольно значительно. Время схватывания

бетон составляет 1 сутки согласно расчетной прочности. Прочность бетона будет уменьшаться и при увеличении объема золошлака, так как при сжатии заполняются пустоты между сферами. Как известно, цемент представляется в виде процентного содержания оксидов CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Цемент-золошлак, обработанный установкой электромагнитного поля, получает повышенное качество и, соответственно, его марку. Марка цемент – золошлак при добавлении модификатора получена от 700 до 1150.

Проведены также исследования по получению качественного каолина, а также адсорбента. Результаты спектрального состава исходного и обработанного каолина получены в государственном предприятии «Центральной лаборатории». Некоторые элементы были выведены из каолина при обработке в установке электромагнитного поля, другие же уменьшились, а именно: железо, кремний, алюминий, кальций и другие.

Проведены испытания по получению адсорбента на базе каолина. Полученный на установке пространственного электромагнитного поля адсорбент из вторичного каолина использовался для очистки хлопкового масла в лаборатории «Ташкентского масложиркомбината №2». Отбеленная глина «каолин» и бентонит, обработанный устройством пространственного электромагнитного поля, имеют такой же спектральный состав, как и отбеленная импортная глина «Пакистан», что позволило получить собственный адсорбент для нужд экономики Узбекистана.

Исследования влияния электромагнитной индукции на химические свойства минералов показали, что активация этих минералов с помощью электромагнитного поля может уменьшать количество элементов в самых минералах. При обработке ангреноского угля уменьшаются те элементы, которые дают углю высокую зольность, а также увеличивается теплотворная способность угля, тем более, что уменьшается до 40% количество глинозема в используемом топливе.

В четвертой главе «Современное устройство управления технологическими процессами и экспериментальные характеристики полученных композиционных материалов» определено предназначение устройств систем управления электромагнитным полем, разработаны двухвыходные системы управления многофункциональными устройствами на базе новых элементов MOSFET и IGBT (транзисторов) с согласующими платами (Driver), даны экспериментальные характеристики, а также разработано программное обеспечение систем управления и контроля технологическими процессами устройств.

В предложенных схемах управления уменьшаются потери электроэнергии, увеличивается к.п.д. установки, снижается уровень электромагнитных помех, полностью исчезает защита по току. В этих системах управления применяются драйверы. Драйверы необходимы, если применяются MOSFET транзисторы с ёмкостью затвора больше 5000пФ. Для IGBT транзисторов достаточно одного импульсного трансформатора. Управлять этим преобразователем можно изменяя частоту или фазу. В затворах силовых ключей форма сигналов должна быть чисто прямоугольной. Форма сигналов в

затворах силовых ключей при регулировании длительности импульсов $\tau = 0,5; 0,4; 0,3; 0,2$ мкс.

Для создания большого электромагнитного поля необходим ток до 500А при напряжении 120В. Поэтому были использованы модули MOSFET транзисторов, конструктивно включенных параллельно. Разработанная система позволяет управлять токами горизонтальных, вертикальных электромагнитных катушек, стержнями и электромагнитными катушками отрогов рабочего органа устройства. Система управления создана на основе микроконтроллера ATmega8, управляемая программным обеспечением. Система управления обеспечивает: автоматическую подачу управляющего напряжения и тока, отключение при повышении температуры в катушках и управление потоком сырья в трубе.

Принципиальная электрическая схема микроконтроллера смоделирована в программе Proteus. Схема снабжена разъемом подключения, программатором для перепрограммирования микроконтроллера. Программа обеспечивает контроль подаваемых импульсов. Контроль осуществляется по длительности, частоте, форме и амплитуде импульсов. Контролируется также работа силовых полупроводниковых элементов, работающих в режиме ключа.

Для получения сыпучих материалов на устройстве требуется обеспечить достаточно большую индукцию порядка 6Тл. Для создания такой индукции в импульсном режиме выбирается биполярный транзистор с изолированным затвором (БИТЗ) марки SEMIKRON SKM800GA126D и драйвер. Разработанная система управления позволяет получать положительный импульс выходного сигнала и регулировать его амплитуду, фазу и длительность необходимой величины.

Технологический процесс связан с получением высококачественного каолина Ангренского месторождения. Все функции от подачи до выхода готовой продукции осуществляется через пульт управления. На пульте управления установлены приборы ручного и автоматического управления, с заданием им программ управления, контроль работы которого осуществляется с помощью специального компьютера.

Аналитические исследования исходного сырья и продуктов переработки проведены на базе ГП «Центральной лаборатории» Госкомгеологии РУз. Цель испытания - изучить возможность сухого обогащения ангренских каолинов по глинозёмам разработанным устройством электромагнитного поля путем разделения компонентов сырья на ценные составляющие, а также путём получения микросфер из золошлака и золоуноса для получения высокомарочных цементов. Предварительно каолинит дробили и измельчали в шаровой мельнице до 740мкм, после прохождения установки измельчения в пространственном электромагнитном поле размеры частиц снизились до величин от 1 до 5мкм.

Получены результаты рентгенофазового, микроскопического исследования золошлака-золоуноса, масс-спектрометрического и спектрального анализа. Результаты испытаний показали увеличение

содержания глинозема с 18,9% в сырье до 37,8% в концентрате, при этом выход концентрата составил 41-42% от загрузки исходного каолина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты фундаментальных коллективных исследований по природе единого пространственного поля и выделяя те главные особенности, относящиеся к данной диссертации, можно сделать следующие выводы:

1. Проведен анализ действия электромагнитных полей на физико-химические характеристики объектов природы. В результате использования полученных дифференциальных и волновых уравнений найдены параметры устройств измельчения, извлечения и обогащения минералов.

2. Разработаны энергосберегающие устройства измельчения (дисперсностью в 500мкм до 1-5мкм), извлечения, обогащения материалов, металлов, сплавов и очистка жидких растворов на основе теории электромагнитного поля. В результате очищены от железа, алюминия и других металлов: мел, каолин, бентонит

3. Разработаны методики получения сверхчистых и наноматериалов, высокомарочных цементов с применением зольных отходов на основе электромагнитного поля; выявлено, что наибольшей прочностью обладает состав вяжущего цемента - 50% золошлак - 50%, также цемент - 40% золошлак - 60%.

4. Результаты испытаний, проводимые на базе ГП «Центральной лаборатории» Госкомгеологии РУз, показали увеличение содержания глинозема с 18,9% в сырье до 37,8% в концентрате, при этом выход концентрата составил 41-42% от загрузки из исходного каолина.

5. Получены формулы для инженерной методики расчета рабочих режимов для измельчения, разделения и обогащения минералов на основе экспериментальных характеристик.

6. Выявлено влияние электромагнитного поля на сыпучие материалы, отходы ТЭС, на обогащение и разделение компонентов сырья на ценные составляющие, а также получены микросферы из золошлака и золоуноса.

7. Предложенные технологии включены во «Временный технологический регламент» для разработки рабочего проекта: «Технология сухого обогащения вторичных каолинов Ангреноского месторождения» Госкомгеология РУз. В результате двойное сокращение технологического процесса вторичной технологии обогащения каолина позволило снизить потребление энергии на 35%.

Общий экономический эффект от внедрения устройства электромагнитного поля составляет 136млн. сум в год.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
AND LLC «SCIENTIFIC TECHNICAL CENTER»
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDED
SCIENTIFIC DEGREES DSc.27.06.2017.T.03.03**

TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY TRANSPORT ENGINEERS

JANIBEK FAYZULLAYEVICH KURBANOV

**METHODS FOR ANALYZING THE ELECTROMAGNETIC FIELD AND
DEVELOPING ENERGY-SAVING DEVICES BASED ON THEM**

**05.05.02 - Electrical engineering. Electric power stations, systems. Electrical systems and
installations.**

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

Tashkent – 2018

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2017.2.PhD/T275.

The dissertation has been prepared at Tashkent Institute of Railway Transport Engineers.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.tdtu.uz) and on the web site of «ZiyoNet» Information and education portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor: Khalikov Abdulxak Abdulxairovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: Gayibov Tulkın Shernazarovich
Doctor of Technical Sciences, Professor
Valeriy Konstantinovich Sokolov
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization: Navoi State Mining Institute

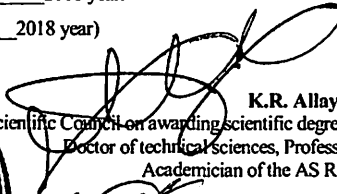
The defense will be take place «27» January 2018 at 14⁰⁰ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council DSc 27.06.2017.T.03.03 Tashkent State Technical University and LLC «Scientific technical Center». Address: 2, Talabalar str., Tashkent 100095, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 246-03-41, fax: (99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz.)

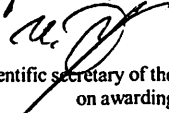
The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information-Resource Center of the Tashkent State Technical University (Registration number - 38). (Address: 2, Talabalar str., Tashkent 100095, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 246-03-41)


Abstract of dissertation was distributed on «13» 01 2018 year.

(mailing record № 2 on «13» 01 2018 year)




K.R. Allayev
Scientific Council on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor,
Academician of the AS R Uz


O.Kh. Ishnazarov
Scientific secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences


M.I. Ibadullaev
Chairman of the scientific seminar under scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to improve the methods of mining analysis based on electromagnetic fields and to develop energy-saving technologies and devices for processing rocks.

Tasks of the research:

substantiation of the dependence of electromagnetic fields on the process of primary and secondary processing of materials;

improvement of methods for obtaining high-quality cement and ultrapure materials by dividing them on the basis of electromagnetic fields;

development of a multifunctional control device for technological processes of grinding, separation, enrichment and obtaining ecologically clean composite materials;

the development of a control system for an electromagnetic field device to reduce the energy consumption of technological processes for the enrichment of materials.

Object of the research are devices for processing technogenic and mineral resources in industrial enterprises, leading to energy and resource saving.

Scientific novelty of the research is as following:

the dependences of the interaction of charged particles in the electro magnetic field for the separation of the necessary elements from composite materials are justified;

methods for constructing equia-energy surfaces for grinding composite materials on the basis of the properties of the electro-magnetic field have been improved;

improved methods for obtaining high-quality cement and ultra-pure materials by means of the device, by enriching materials based on electromagnetic fields;

a multifunctional control device has been developed to improve the technological process of obtaining environmentally friendly materials, their grinding, separation and enrichment.

The structure and volume of the research work. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of literature, and applications. The volume of the thesis is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Колесников И.К., Кадиров О.Х., Курбанов Ж.Ф. Теория измельчения и извлечения материалов из сыпучих минералов и сплавов единым пространственным полем. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –Ташкент, 2011. -№3-4. –С.173-181.(05.00.00; №21).
2. Колесников И.К., Кадиров О.Х., Яронова Н.В., Курбанов Ж.Ф. Новые инновационные технологии на основе теории единого пространственного поля // Вестник ТашИИТа. – Ташкент, 2012. -№2. –С.45-50. (05.00.00; №11).
3. Колесников И.К., Кадиров О.Х., Курбанов Ж.Ф. Системы управления устройствами единого пространственного поля // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –Ташкент, 2012. -№3-4. –С.161-164. (05.00.00; №21).
4. 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 //Europen Applied Sciences, Zentrum fur Deutschland 2013, №11. -P. 82-85. (05.00.00.№3).
5. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Применение единого пространственного поля для создания кавитационного теплового генератора // «Проблемы энерго- и ресурсосбережения» –Ташкент, 2014. -№3. –С.181-185. (05.00.00. №21).
6. Kurbanov J.F. The control system of a single unit of the spatial field // European science review. –Vienna 2016, №7-8, - P.112-117. (05.00.00; №3).
7. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. О теории единого пространственного поля // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, –Ташкент, 2016. -№1-2. –С.91-95. (05.00.00; №21).
8. И.К. Колесников, Курбанов Ж.Ф., А.А. Саитов, Ф.Б. Джурабаева. Размагничивание рельсовых плетей в рельсосварочном производстве с помощью единого пространственного поля // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, –Ташкент, 2016. №3-4. –С.35-41. (05.00.00; №21).
9. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К. Обогащение полезных ископаемых на основе устройства единого электромагнитного пространственного поля // Вестник ТАДИ, –Ташкент 2016, №4, –С. 55-58. (05.00.00; №11).
10. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Оптимизация режимов извлечения компонентов из материалов на основе устройства единого пространственного поля // Вестник ТАДИ, –Ташкент, 2016, №4. –С. 58-60. (05.00.00; №11).
11. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Получение высококачественного мела единым пространственным электромагнитным полем // Вестник ТАДИ, –Ташкент 2016, №4, –С. 60-62. (05.00.00; №11).

12. Kurbanov J.F. The spectral characteristics of the new functional materials based on a single device spatial field // European science review. -Vienna 2017, –P.112-117.(05.00.00; №3).

II бўлим (II часть; II part)

13. Айнакулов Э.Б., Курбанов Ж.Ф. Вычислительные структуры с символьной обработкой для информации задач управления // Республиканская конференция «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» -Ташкент 2-3 декабрь 2010г., ТашИИТ, С.106-107.
14. Колесников И.К., Кадиров О.Х., Хайдаркулов А.Д., Курбанов Ж.Ф. Система управления многофункциональным устройством единого пространственного поля с двумя выходными частотами // Международная конференция «Опτικο – электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации». –Курск, 2013, Россия, С. 338-340.
15. Колесников И.К., Кадиров О.Х., Хайдаркулов А.Д., Курбанов Ж.Ф. Система управления многофункциональным устройством единого пространственного поля // Международная конференция «Оптика- электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации». –Курск, 2013, Россия, С. 336-338.
16. Kolesnikov Igor, Akbarkhodjaev Shamsiddin, Janibek Kurbanov, Akbarkhodjaev Khurshid, Alimkhodjaeva N.T. Splitting of Kaolin into Individual Components under one Spatial Field //2013 International Conference in Central Asia on Internet (ICI 2013), 8th, 9th and 10th of October, 2013 Tashkent University of Information Technologies and Hotels in Tashkent, P.7-9.
17. Kolesnikov I.K., O.Kh.Kadirov. Курбанов Ж.Ф. The dynamics of the progress of separation of minerals by united spatial field // WCIS -2014 Eighth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, -Tashkent. P.390-393
18. Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф. Получение высококачественного мела в едином пространственном электромагнитном поле на базе управления MOSFET транзистора // Международная конференция «Теоретические и прикладные вопросы науки и образования». –Тамбов, 2015, Россия. Часть 14, С.142-147.
19. Курбанов Ж.Ф. Получение каолина на основе составляющих компонентов под действием единого пространственного поля // Международная конференция «Формирование научно–образовательной политики». – Киев, 2015, Украина. С.10-14.
20. Курбанов Ж.Ф. Процесс управления устройством единого пространственного электромагнитного поля на базе БТИЗ (IGBT) // Международная конференция «Развитие науки в XXI веке» –Харьков, 2015, Украина. 2 часть. С.82-86
21. Kolesnikov I.K., Kurbanov J.F. The control system and the hardware implementation of a single unit of the spatial field // International Conference «Perspectives for the development of information technologies» – Tashkent 2015,

- 4-5 November, Tashkent university of information technologies (TUIT). P. 171-175.
22. Курбанов Ж.Ф. Открытая система единого пространственного поля – источник измельчения материалов // «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» // Научные труды республиканской нацнотехнической конференции с участием зарубежных ученых, 2-3 декабря – Ташкент, 2015, С. 10-12.
 23. Kurbanov J.F. Management and hardware implementation of a single spatial field. // International Journal «International Review of Education and Science». No.1. (8), January-June, -Ottawa 2015, Volume II, “Ottawa University Press”. P.607-614.
 24. Kurbanov J.F. The spectral characteristics of the new functional materials based on a single device spatial field // «American Journal of Science and Technologies» International collaboration in Eurasia // American Journal of Science and Technologies, -“Princeton University Press” 2015, № 2(20). – P. 608-614.
 25. Курбанов Ж.Ф. Открытая система единого пространственного поля – источник измельчения материалов // Научный альманах. –Тамбов, 2016, Россия. №1(23), С. 417-420.
 26. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Программное обеспечение системы управления единым пространственным полем // Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении: Доклады республиканской научно – технической конференции, 5-6 сентября –Джизак, 2016,. С.236-242.
 27. Айнакулов Э.Б., Курбанов Ж.Ф. Даражали функцияларни интеграллаш учун дастур // Расмий ахборотнома. Ўзбекистон Республикаси Давлат патент идораси. 31.01.2011г. С.238.
 28. Назаров А.И., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Программа управления устройством единого пространственного поля // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № DGU 03429, 05.12.2015г.

Автореферат «ТошТЙМИ хабарномаси» илмий-амалий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди (8.01.2018 йил).

Қоғоз бичми 84x60-1/16 Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табоғи: 2,56 б.т. Адади: 100 нусха. Буюртма № 19-1/2018
Наширга рухсат этилди: 12.01. 2018 й.

Тошкент темир йул муҳандислари институти босмахонасида чоп этилган.
Босма хона манзили: 100167, Тошкент шаҳар, Одилхўжаев кўчаси, 1-уй.