

6D071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесі ізденісіне ұсынылған Екатерина Сергеевна Риттер "Жер үсті толқындарының бір сымды желісі негізінде ағашты аса жоғары жиілікті кептіру" диссертациялық жұмысының

АНДАТПАСЫ

Диссертациялық зерттеудің өзектілігі.

Қазіргі уақытта үлкен ағаш материалдары үшін кептіру қондырғыларын құрудың ең тиімді бағыты аса жоғары жиілікті кептіру диапазонның ауыспалы электромагниттік өрісін пайдалану болып табылады. Ағаштың жалпы өлшемдерінің кең спектрі және әртүрлі ағаш түрлері көп профильді кептіру қондырғыларын құруды қиындатады. Аса жоғары жиілікті кептіру қондырғының әрбір нақты мақсаты үшін электромагниттік сәулеленуді қоздыру құрылғысын, сәулеленетін объектіге ультра жоғары жиілікті энергия концентрациясының құрылғысын, кептіру камерасының өлшемдерін және т. б. таңдау қажет.

Ағашты жоғары сапалы кептіруді қамтамасыз ету үшін, әсіресе ұзартылған ағаш материалы, материалдағы температураның таралуын бақылау қажет. Ол үшін сәулелендірілетін объектінің бүкіл ұзындығы бойынша аса жоғары жиілікті кептіру энергияның біркелкі әсер етуін қамтамасыз ету қажет.

Бұл диссертациялық жұмыста ағаш материалының бүкіл ауданы бойынша аса жоғары жиілікті кептіру диапазонның электромагниттік өрісін біркелкі таратуға мүмкіндік беретін жаңа құралдарды жасау арқылы жоғары сапалы аса жоғары жиілікті кептіру үшін ағашын және үлкен ағашты пайдалану мүмкіндігі ұсынылған.

Ультра жоғары жиілікті сәулеленуді қоздырудың, кептіру объектілерін сәулелендірудің, сәулелендірілген материалдың ұзындығы бойымен электромагниттік сәулеленудің біркелкі таралуының жаңа әдістерін жасау, сайып келгенде, ағашты кептіруге арналған тиімді қондырғыларды жасауға мүмкіндік беретіні анық.

Өндірістік аса жоғары жиілікті қондырғыны дайындау үшін сәулелендірілетін объектіге электромагниттік энергияны жеткізудің инженерлік есептеулермен негізделген неғұрлым тиімді тәсілі, сәулелендірілетін объектіге сәулеленудің АЖЖК біркелкі шоғырлану жүйесі, электромагниттік өрістің талап етілетін құрылымын қоздыру құрылғысы талап етіледі, бұл сайып келгенде әзірленетін қондырғының техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің бар қондырғымен салыстырғанда артуына алып келеді.

Аса жоғары жиілікті кептіру қондырғыны құрайтын негізгі блоктардың ішінен мыналарды бөлуге болады: ультра жоғары жиілікті генератор (магнетрон), кептіру объектісіне бір сымды қуат беру желісі, объектідегі аса жоғары жиілікті кептіру үшін энергияны тарату жүйесі, талап етілмеген аса жоғары жиілікті кептіру энергияны сіңіру құрылғысы.

Ультра жоғары жиілікті қондырғының ұсынылған нұсқасында диэлектриктің жұқа қабатымен жабылған жалғыз сым түрінде жасалған бір сымды тарату желісі қолданылады. Бұрын мұндай сызық Губау сызығы деп аталады. Мұндай сызық бойымен Е типті электромагниттік толқындар таралады. Ағашты кептіруге арналған аса жоғары жиілікті кептіру қондырғының ұсынылған нұсқасындағы сілтемелер санын оңтайландыру үшін бірқатар мәселелерді шешу қажет емес:

- Электромагниттік өрістің энергиясын кептіру объектісіне жеткізудің ең тиімді әдісін зерттеңіз.

- Ультра жоғары жиілікті қыздыру моделін анықтаңыз, оның негізінде жер үсті толқындарының бір сымды сызығында жүретін процестерге талдау жасалады.

- Ағаш материалымен аса жоғары жиілікті кептіру диапазондағы электромагниттік энергияны сіңіру процестерін зерттеңіз.

- Электромагниттік өрістің ағашқа ену тереңдігінің генератордың аса жоғары жиілікті кептіру жиілігіне тәуелділігін талдау.

- Жер үсті толқындарының бір сымды сызығының геометриялық өлшемдерін оңтайландыру мүмкіндігін анықтау.

- E₀₀ беттік толқынының қозу құрылғыларын талдаңыз.

- Сәулеленген объектінің бүкіл көлемі бойынша электромагниттік өріс энергиясының біркелкі шоғырлану тәсілдерін зерттеу.

- Электромагниттік өрістің көлденең бағытта таралуын реттеу мүмкіндіктерін зерттеу.

Диссертациялық жұмыста ұсынылған зерттеулердің нәтижелері Солтүстік Қазақстан университетінің базасында жүргізілді. М. Қозыбаева, "Энергетика және радиоэлектроника" кафедрасында және Омбы мемлекеттік техникалық университетінің базасында, "Байланыс құралдары және ақпараттық қауіпсіздік" кафедрасында.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты ағаш материалдарын ультра жоғары жиілікті энергиямен сәулелендірудің жаңа тәсілдерін жасау, электромагниттік сәулеленуді үлкен өлшемді ағаш материалдарының бүкіл ұзындығы бойынша біркелкі тарату, бұл үшін бір сымды тарату желісін және E₀₀ толқындарын қоздыратын діріл құрылғысын қолдану.

Зерттеу пәндері:

1. Аса жоғары жиілікті кептіру диапазонның электромагниттік өрісінің ағаш материалына әсер етуінің негізгі ерекшеліктерін ескеретін ультра жоғары жиілікті ағаш кептіру модельдері, діріл қоздырғыш құрылғысы, қайта шығаратын діріл антеннасы, жүктемені және жылыту жүйесін сіңіретін тор.

2. Әр түрлі ағаш түрлерін кептіру кезінде оңтайлы жиілік диапазонын таңдау.

3. Ағаш материалының әр түріне аса жоғары жиілікті кептіру сәулеленуді біркелкі бөлу әдістері: ағаш, такталар, фанер, фанер такталары, бөлшектер такталары, ағаш чиптері, чиптер.

4. Сіңіргіш жүктемелерді жобалау әдістері.

5. Аса жоғары жиілікті диапазондағы электромагниттік өрістің талап етілмеген энергиясын кәдеге жарату тәсілдері.

Қойылған міндеттерді шешу үшін бірқатар зерттеулер жүргізу қажет:

1. Ағаш материалының ультра жоғары жиілікті сәулелену модельдерін зерттеңіз.
2. Тәуелсіз магнетрондардан аса жоғары жиілікті кептіру өрісінің энергиясын жинақтау мүмкіндігін зерттеңіз.
3. Аса жоғары жиілікті кептіру қуатты әртүрлі ұзындықтағы ағаш объектілеріне біркелкі бөлу әдістерін жасау.
4. Сіңіргіш жүктемелердің дизайн нұсқаларын жасаңыз.
5. Талап етілмеген аса жоғары жиілікті кептіру өріс энергиясын жылу энергиясына түрлендіру жүйесін жасаңыз.

Зерттеу объектілері: E_{00} толқын өрісін құрайтын компоненттер, бір сымды тарату желісінде. Көлденең бағытта E_{00} толқын өрісінің қуат қарқындылығын реттеу. Жер үсті толқындарының бір сымды сызығының ұзындығы бойымен аса жоғары жиілікті кептіру сәулеленудің біркелкі таралуын жасау үшін E_{00} толқындарын әртүрлі құрылымдармен сіңіру және қайта шығару процестері.

Зерттеу әдістері. Диссертацияны орындау барысында классикалық электродинамиканың ережелері, электромагниттік өріс теориясы, антенналар мен радиотолқындар теориясы, соның ішінде диэлектрлік қыздыру процесінің теориясы және геометриялық оптиканың негізгі заңдары қолданылды. Жұмыста ұсынылған эксперименттік зерттеулер зертханалық жағдайда арнайы дайындалған қондырғыда жүргізілді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесідей:

1. Тәсілі әзірленді сәулелену ағаш материал аса жоғары жиілікті кептіру энергиясымен көмек бір сымды беру желісі, желісінде орналастырылған антенна торы бірі дірілдеткіші.
2. Үлкен ағаш материалдарының бүкіл көлеміне электромагниттік өрістің энергиясын біркелкі тарату әдісі жасалды.
3. Кептіру объектісіндегі жылу түрінде тәуелсіз төмен қуатты магнетрондардың қуатын қосу әдісі жасалды.
4. Сіңіргіш жүктемелердің әрлендіру нұсқалары және ультра жоғары жиілікті генератордан алынған пайдаланылмаған қуатты қайта бөлу әдістері ұсынылған.

Жұмыстың практикалық құндылығы. Жүзеге асыра отырып, АЖЖК сәулелендіру ағаш материалдарды көмек бір сымды қолданылу желісі, және пайдалана отырып, әсерлер, құрылымымен байланысты өрістің беттік толқындар E_{00} , сондай-ақ, ескере отырып, қасиеттері, эллиптикалық және параболикалық рефлекторларды, сөйтсе мүмкін айтарлықтай арттыруға біркелкі бөлу электрмагниттік өріс энергиясының бүкіл көлемі ірі көлемді кесілген ағаш дайындамаларын, сондай-ақ азайтуға габариттік өлшемдері және өнімнің металды қажетсінуі АЖЖ кептіргіштер.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

1. Ағаш материалдарын жоғары жиілікті сәулелендіру әдісі.
2. Ағаш материалының көлемі бойынша ультра жоғары жиілікті сәулеленуді біркелкі бөлу әдісі
3. Ағаш материалындағы аз қуатты магнетрондардан жоғары жиілікті қуаттарды қосу.

4. Пайдаланылмаған қуатты қайта бөлу үшін сiңiргiш жүктеме конструкцияларын салу.

Жұмыстың апробациясы. Зерттеудің негiзгi нәтижелері "Қозыбаев оқулары-2018: Еуразиялық әлеует және жаһандық сын-қатерлер жағдайында дамудың жаңа мүмкіндіктері" Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Петропавл қ., 2018 жылғы 16 қараша), "Jastar july" арналған "Жастар және ғылым-2019" VI Халықаралық практикалық конференциясында (Петропавл қ., 2019 жылғы 12 сәуір), "Техникалық ғылымдар - теориядан практикаға" LXVII халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда (Ресей, Новосибирск қ., 2019 жылғы 27 ақпан г.).

Жұмыс нәтижелерін енгізу. Зерттеу нәтижелері Петропавл қ. "Основание" ЖШС өндірістік процесіне енгізуге мақұлдаудан өтеді, сондай-ақ Нұр-сұлтан қ. "ҚазЛес" компаниясы" ЖШС енгізу жоспарлануда.

Жарияланымдар. Диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша 14 жарияланым, оның ішінде ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда 5 жарияланым жарияланды. Scopus (Скопус) деректер базасында citesscore (СайтСкор) бойынша пайыз көрсеткіші 35 – тен кем емес халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдарда 2 мақала жарияланды; 4 – конференция материалдарында, оның ішінде 1 – шетелдік; 1-өңірлік мерзімді хабаршыда. Зерттеу нәтижелері пайдалы модельге екі патентте көрсетілген.

Автордың жеке қосқан үлесі.

Теориялық және эксперименттік зерттеулердің негiзгi нәтижелерін автор өз бетінше алды. Бірлескен авторлықта жазылған баспа жұмыстарында өтiнiш берушi нәтижелердi жалпылау мен талдауда жетекшi рөл атқарады.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 114 бетте 59 сурет пен 7 кестеде көрсетілген.

Библиографиялық тізім 125 атаудан тұрады, оның ішінде 20 – ағылшын тілінде.

Кіріспеде диссертациялық зерттеудің өзектілігі негізделген, диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттері анықталған, зерттеу әдістері, пәндері мен объектілері ұсынылған. Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер келтіріледі және диссертациялық жұмыстың әрбір тарауына қысқаша сипаттама беріледі.

Бірінші тарауда ағашты кептірудің негiзгi әдістері қарастырылған. Жылыту және кептіру үшін ағаш материалына ультра жоғары жиілікті, инфрақызыл және индукциялық әсердің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Аса жоғары жиілікті кептіру диапазонының электромагниттік өрісінің энергиясына әсер ету ағашты кептірудің ең тиімді және перспективалы әдісі ретінде қарастырылады.

Сондай-ақ, осы тарауда микротолқынды диапазонның электромагниттік өрістерін қолдана отырып, материалдарды сәулеленудің екі моделі талданады. Сүректі аса жоғары жиілікті кептіру оны жақын сәулелену аймағында шешу нәтижесінде жүргізілетіні көрсетілген.

Екінші тарау аса жоғары жиілікті кептіру диапазонындағы электромагниттік энергияның ағаш материалына әсерін талдауға арналған. Ағаш материалының әртүрлі тығыздығы, температурасы мен ылғалдылығындағы ағаштың диэлектрлік қасиеттерінің бірқатар тәуелділіктері талданады. Ағашты ультра жоғары жиілікте кептіру саласындағы алдыңғы зерттеулердің (жарияланымдар, монографиялар, оқу құралдары, диссертациялар) тәжірибесін қолдана отырып, үлкен көлемді ағаш ағашында ультра жоғары жиілікті сәулеленудің таралуына талдау жасалды.

Үшінші тарауда бір сымды тарату желісіндегі E_{00} толқын өрісінің құрылымына талдау жасалады. Үш жарты толқындық вибратордан тұратын қоздыру жүйесін қолдана отырып, E_{00} толқынының электромагниттік өрісін қоздыру нұсқасы ұсынылады.

Сондай-ақ, бұл тарауда E_{00} толқынының электромагниттік өрісінің пайдаланылмаған энергиясын сіңіруге қызмет ететін сіңіру жүктемелерінің дизайнының нұсқалары ұсынылған

Зерттеулер нәтижесінде ағаш пен үлкен ағаш материалдарын кептіруге арналған ультра жоғары жиілікті қондырғының моделі ұсынылды.

Төртінші тарау әртүрлі конфигурациядағы ағаш материалдарын ультра жоғары жиілікті энергиямен біркелкі сәулелендіру әдістеріне арналған. Сәулелендірілген ағаш материалының бетінде E_{00} толқын өрісінің қажетті қарқындылығын қамтамасыз ету үшін параболалық және эйдетикалық шағылыстырғыштардың қасиеттерін пайдалану ұсынылады.

Қорытындыда диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері жинақталған және көрсетілген.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған жұмыстар

1. Д.В. Риттер, в. п. Кисмирешкин, к. т. Кошеков, Е. С. Риттер. Аса жоғары жиілікті кептіру энергияны бір сымды тарату желісі негізінде өнеркәсіптік қыздыру. Алматы энергетика және байланыс университетінің хабаршысы. №4(4) (43). 2018. С. 102-108.

2. Риттер Д.В., Герасимова Ю. В., Худайбергенов б. б., Риттер Е. С. Магнитотеллуриялық зондтаудың заманауи әдістері. "Қозыбаев оқулары-2018: Еуразиялық әлеует және жаһандық сын-тегеуріндер жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері" халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары Т2. - Петропавл: СҚМУ. М. Қозыбаева, 2018. С. 208-212

3. Риттер Д. В. Кошеков к.т., Жүсіпов Е. Б., Риттер Е. С. Ағаштың жоғары жиілікті сәулелену модельдері. "Қозыбаев оқулары-2018: Еуразиялық әлеует және жаһандық сын-тегеуріндер жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері" халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары Т2. - Петропавл: СҚМУ. М. Қозыбаева, 2018. С. 277-280

4. Риттер Д.В., Кошеков к. т., Риттер Е. С., Бір сымды беріліс желісіндегі E_{00} беттік толқынның діріл жүйесі. "Жастар және ғылым-2019" VI Халықаралық студенттік ғылыми-практикалық конференция материалдары. М. Қозыбаева, 2019. 101-104 б.

5. Риттер Е.С., Кисмерешкин в. п., Илимбаева Ж. А., Риттер Д. В. беттік толқындық технология бойынша антенналар кешені. Азаматтық авиация академиясының жаршысы . Алматы 2019. – №4 – С. 127-129.

6. Риттер Д. В., Кошеков к. т., Риттер Е. С. Электромагниттік энергияны бір сымды тарату желісіне негізделген толқындық өріспен Ағашты ультра жоғары жиілікті кептіру. М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясының №2 хабаршысы. 2019. С. 268-274.

8. Риттер Д. В., Кошеков к. т., Риттер Е. С., Кисмирешкин в. п. Аса жоғары жиілікті ағашты кептіру әдісі. Пайдалы модельге Патент № 4541. Жарыққа шықты. 26.03.2019 ж.

7. Риттер Д.В., Савостин А. А., Риттер Е. С. Сәулелендірілген объектілерге ультра жоғары жиілікті энергияны тарату жүйесі. ПМУ хабаршысы. Энергетикалық серия. - Павлодар, 2019. – №1-Б. 355-360

8. . Риттер Е.С., Кисмерешкин в.п., Риттер Д. В. Зыкова Н. В. E00 толқын өрісін біркелкі тарату үшін резонанстық дірілдеткіш жүйесінің тиімділігін зерттеу. Вестник ПГУ. Энергетикалық серия, Павлодар 2020, №2 - Б. 272-277

9. Ekaterina Ritter, Jacek Cieslik, Vladimir Kismereshkini, Alexey Savostin, Dmitry Ritter and Nabi Nabiev. Installation for concentrated uniform heating of objects by microwave radiation. INTL JOURNAL OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS, 2020 VOL. 66 NO. 2, PP. 295–300. DOI: 10.24425/ijet.2020.131877

10. Э.С. Риттер, В. П. Кисмерешкин, Дж. Цезлик, А. А. Савостин, Д. В. Риттер, А. М. Айтулина, И. Р. Касимов, Б. К. Беккожина. System for uniform drying of bulky lumber with microwave radiation. «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies», Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 4, No 8 (106), August 2020, PP. 21-28. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210263

11. . Риттер Е. С., Кисмерешкин в. п., Риттер Д. В. Зыкова Н. В. Ағашты аса жоғары жиілікті кептіру кезінде электромагниттік энергияның біркелкі концентрациясына арналған жүйе. Пайдалы модельге Патент № 4988. Жарыққа шықты. 29.05.2020 ж

13 Семенюк В.В., Риттер Д. В., Риттер Е. С. БЛА Ұшу жұмыстары кезінде төтенше жағдайларды жеңу үшін фазалық антенналық торларды қолдану мүмкіндіктері. М.Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясының жаршысы, №2. 2020. 172-179 Б.

14. Ritter E. S., Ritter E. S. microwave energy concentrations on irradiated objects using waveguide vibrator grids "21 ғасырдағы еуропалық ғылым" Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, Польша, 09 - 15 наурыз 2021, Т.9, С. 58-61.