

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаеватындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Инженерлік физика кафедрасы

Болат Бекзат

«Медициналық құралдарды зарарсыздандыру үшін иондық сәулеленуді қолдану»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B072300 – «Техникалық физика» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаеватындағы Қазақұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Инженерлік физика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Инженерлік физика»

кафедра меңгерушісі

PhD доктор



Р.Е.Бейсенов

«07» мусым 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Медициналық құралдарды зарарсыздандыру үшін иондық сәулеленуді қолдану»

5B072300 – «Техникалық физика» мамандығы

Орындаған

Болат Бекзат

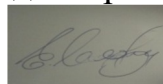
Пікір беруші: Аға ғылыми қызметкер,

Н.А. Чучвага

«» маусым 2021 ж.

Кіші ғылыми қызметкер

PhD доктор Е.Е. Бейсенова



«07» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Инженерлік физика кафедрасы

5B072300 – «Техникалық физика» мамандығы


ҚОРҒАУҒА

ЖІБЕРІЛДІ

«Инженерлік физика»

кафедра меңгерушісі

PhD доктор

 Р.Е. Бейсенов

«07» маусым 2021 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы:

Тақырыбы « »

Университет ректорының « » _____ 2021 ж.

№ бұйырығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « » _____ 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері:

1) Радиациялық стерилизация әдісі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер:

а) Медициналық құрылғыларды радиациялық өңдеу арқылы олардың жинайтын дозасын есептеу;

б) Компьютерлік программа арқылы есептелінген доза мөлшері мен тәжірибе кезінде алынған дозаны салыстыру;

Ұсынылған негізгі әдебиет атауы:

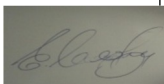

Trends in Radiation Sterilization of Health Care Products, International Atomic Energy Agency Vienna, 2008

Дипломдық жобаны дайындау

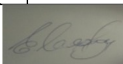
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескертулер
Әдеби шолу		
Тәжірибелік бөлім		
Дипломдық жұмысты қорғау		

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған **қолтаңбалары** (жұмысқа қарасты тараулардың нұсқаумен)

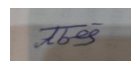
Бөлім атауы	Кеңесшілер, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолқойылған күні	Қолы
Әдеби шолу	Е.Е. Бейсенова, PhD доктор	07.06.2021	
Тәжірибелік жұмыстар	Ж.И. Бексултанов «Ядролық физика институты»		
Нормоконтролер	Толенова А.У.	07.06.2021	

Ғылыми жетекші



Бейсенова Е.Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Болат Бекзат

Күні

«07» маусым 2021 ж.

АҢДАТПА

Қазіргі уақытта медициналық құралдарды және дәрі дәрмекте қолданылатын шикізаттарды стерилизациялау дамып келе жатқан елдер арасында өзекті мәселе болып тұр. Стерилизацияланған құралдар арнайы IAEA берген

стандарттарға сәйкес болуы қажет. Қазіргі бүкіләлемдік пандемия кезінде бұл тақырып тағы да зерттелу үстінде. Бұл жұмыста гетерогенді болатын материалдарды электрон сәулелерімен сканерлеу кезінде, материалдың шекараларында оның сіңірген дозасының мәні компьютерлі программа арқылы есептелінді. Теориялық ауытқуларды тексеру мақсатында, радиациялы технология желісінде ИЛУ-10 тәжірибе жүргізілді. Модельдеу кезінде атомдық саны және тығыздықтары әр түрлі болатын екі материалдың шекараларында сіңірген дозаның таралу ауытқулары тәжірибелік түрде дәлелденді.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время стерилизация медицинских изделий и сырья, используемого в медицине, является актуальной проблемой в развивающихся странах. Стерилизованные инструменты должны соответствовать определенным стандартам МАГАТЭ. В условиях нынешней глобальной пандемии эта тема все более актуальна. В данной работе при сканировании гетерогенных материалов электронными пучками величина поглощенной дозы на границах материала рассчитывалась с помощью компьютерной программы. Экспериментальная проверка правильности теоретических предсказаний произведена на ИЛУ -10.

ANNOTATION

Currently, sterilization of medical devices and raw materials used in medicine is an urgent problem in developing countries. Sterilized instruments must meet specific IAEA standards. In the current global pandemic, this topic is increasingly relevant. In this work, when scanning heterogeneous materials with electron beams, the magnitude of the absorbed dose at the material boundaries was calculated using the ModeRTL computer program. An experimental check of the correctness of theoretical predictions was carried out on the ILU-10.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

1 Әдеби шолу

1.1 Электрондық үдеткіштерді радиациялық технологияларда қолдану

1.2 Радиациялық-тігілген оқшаулағышы бар кәбілдер мен сымдар өндірісі

1.2.1 Радиациялық полимерлеу

1.3 Медициналық бұйымдарды радиациялық зарарсыздандыру

1.3.1 Табиғи суды радиациялық тазарту

1.3.2 Тамақ өнімдерін радиациялық өңдеу

2 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

2.1 Радиациялық стерилизация жасау корпусы

2.2 Гетерогенді нысаналар және гидрогельді маска

2.3 Гетерогенді нысандардағы дозаның таралуын сандық зерттеу, ModeRTL бағдарламалық жасақтамасын қолдану

2.4 Технологиялық процесстердің негізгі параметрлері

3 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

3.1 Компьютерлік программада есептелінген гетерогенді нысаналардығы сіңірілген доза

ҚОРЫТЫНДЫ

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Әдеби шолу

1.1 Электрондық үдеткіштерді радиациялық технологияларда қолдану

Зарядталған бөлшектердің алғашқы үдеткіштері жиырмасыншы жылдардың аяғы мен отызыншы жылдардың басында Атом және ядролық физика саласында іргелі зерттеулер жүргізу үшін жасалды. Содан бері жеделдетілген бөлшектердің энергиясы шамамен он жыл сайын көбейіп, зат құрылымының тереңдігіне одан әрі қарай қарауға мүмкіндік берді. Энергияның өсуімен үдеткіштердің мөлшері және оларды салу мен пайдалану шығындары экспоненциалды түрде өсті. Қазіргі уақытта Цернадағы үлкен Хадрон Коллайдері (LHC) сияқты аса жоғары энергияға арналған үдеткіштерді салуға арналған шығындар бірнеше жоғары дамыған елдердің бірігуі ғана мүмкін.

Іргелі ғылыми зерттеулерге арналған жоғары және ультра жоғары энергия үдеткіштерімен қатар, қолданбалы мақсаттар үшін орташа және төмен энергия үдеткіштерінің әртүрлі түрлері жасалды. Бұл үдеткіштерге бірқатар нақты талаптар қойылады. Ең алдымен, бұл үнемділік, техникалық қызмет көрсету жеңілдігі, сенімділік, қауіпсіздік. Қазір көптеген елдерде өнеркәсіпте, медицинада, ауыл шаруашылығында, кедендік бақылауда, экологиялық мониторингте және т. б. пайдалануға арналған осындай қондырғылар санының қарқынды өсуін байқауға болады.

Радиациялық технологияларда қазіргі уақытта электронды үдеткіштер кеңінен қолданылады. Электрондық үдеткіштерден алынған тежегіш γ-сәулеленудің электронды сәулелері мен сәулелері материалдарды радиациялық модификациялау, радиациялық полимерлеу, медициналық өнімдерді зарарсыздандыру, тамақ өнімдерін өңдеу, радиациялық-физикалық технологиялар, сондай-ақ ағынды суларды тазарту, шығарылатын газдар және қатты қалдықтарды өңдеу үшін экологияда кеңінен қолданылады.

Өнеркәсіптегі радиациялық технологиялар жоғары экономикалық көрсеткіштерге ие: төмен пайдалану шығындары, шикізат пен материалды үнемдеу, экологиялық нормаларға сәйкестік, жоғары өнімділік.

Қазіргі уақытта ғылыми және практикалық медицинаның әртүрлі салаларында — негізінен онкологияда, кардиологияда, сондай-ақ урологияда, нефрологияда, пульмонологияда және т.б. диагностика мен терапия үшін радиациялық технологияларды қолданатын ядролық медицина сияқты заманауи медицинаның бағыты бүкіл әлемде белсенді дамуда.

Протонды үдеткіштер радионуклидтердің жұмыс істеуі үшін медициналық диагностика үшін (позитронды-эмиссиялық томография), сондай-ақ Обыр ісіктерінің Протонды сәулелік терапиясында (PLT) қолданылады. PLT радиациялық терапияның өте перспективалы әдісі ретінде бағаланады. Протондар мен ауыр иондардың туфтерін қолдану ісікке жергілікті әсер етуге және осылайша іргелес сау тіндерге айтарлықтай зиян келтірместен оны басуға мүмкіндік береді. Әлемде PLT-нің онға жуық клиникалық орталығы бар, ал

Ресейде әлі бірде-біреуі жоқ. ПЛТ әзірге өте шығындық әдіспен, өйткені протонные үдеткіші массивны мен жолдар.

Айтарлықтай ықшам және арзан электронды үдеткіштер қатерлі ісіктерді, ісік емес ауруларды сәулелік терапияда, сондай – ақ заманауи медицинаның жаңа бағыты-интраоперациялық сәулелік терапияда кеңінен қолданылады. Айта кету керек, сәулелік терапия-бұл қатерлі ісік метастаздарын емдеудің жалғыз әдісі.

Соңғы жылдары шағын электронды үдеткіштерді әртүрлі елдердің кеден қызметтері ірі тонналы металл контейнерлерінің мазмұнын бейнелеу үшін кеңінен қолдана бастады. Электрондық үдеткіштердің негізінде автомобильдерде және әртүрлі контейнерлерде, теміржол вагондарында және цистерналарда контрабандалық тауарды анықтауға мүмкіндік беретін кедендік инспекциялық-тексеру кешендері құрылады. Бұл жағдайда бақыланатын объектіні ең кішкентай – 1 мм-ге дейін-бөлшектерде тануға болады. Мазмұн тығыздығының гетерогенділігі де танылады. Инспекциялық тексеру кешендерінің негізгі мақсаты-құжаттарда көрсетілген жүктің нақты тасымалданатынына сәйкестігін анықтау. Сондай-ақ олар мемлекеттік резервке сақтауға келіп түсетін жүктер мен материалдық құндылықтардың сапасын қашықтықтан бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін. Ресейлік тексеру жабдықтары нарығының көлемі шамамен 25-30 млн. бір жылда қауіпсіздік талаптарының қатаюы мен террористік қауіп-қатерлердің мүмкіндігіне байланысты оның одан әрі өсуі туралы сенімді түрде айтуға болады.

Атом, химия, мұнай-газ, кеме жасау өнеркәсібіндегі сенімділік талаптары ақауларды анықтауды және сәйкестендіруді қамтитын ірі габаритті бұйымдарды бұзбай бақылау қажеттілігіне алып келеді: раковиналар, жарықтар, қуыстар, бөгде қосындылар және т.б. қалыңдығы үлкен бұйымдардың радиациялық дефектоскопиясы үшін электрондық үдеткіштер талап етілетін сапаны бақылауды қамтамасыз ететін жалғыз құрал болып табылады.

Электрондық үдеткіштерді радиациялық технологияларда, медицинада, инспекциялық-тексеру кешендерін құру кезінде, сондай-ақ радиациялық дефектоскопиядағы материалдардың сапасын бұзбайтын бақылау үшін негізгі практикалық қолдану 1-кестеде келтірілген.

Айта кету керек, MGU НИУАФ-те бар және дамыған электронды үдеткіштер электронды үдеткіштердің қарастырылған практикалық қолданылуының барлық спектрін жабады[1].

Радиациялық технология Иондаушы сәулеленуді – электрондарды және тежегіш γ -электронды үдеткіштерді қолданатын әдістерді, әдістерді және құрылғыларды зерттейді, дамытады және жетілдіреді. Радиациялық технология радиациялық-химиялық, радиациялық-физикалық және радиациялық-биологиялық болып бөлінеді.:

- Материалдарды радиациялық түрлендіру (көбінесе полимерлік);
- Радиациялық полимерлеу, оның ішінде радиациялық қатаю және радиациялық егу полимеризациясы;

- Радиациялық деструкция (негізіненполимерлікматериалдар);
- Экология.

Кесте -1 Электрондық үдеткіштерді практикалық қолданылуы

Радиациялық технологиялар	
Материалдарды модификациялау	-радиациялық тігілген оқшаулағышы бар кәбілдер мен сымдар өндіру; - Қатайтылған және термоұстағыш бұйымдарды жасау; - Эластомерлер мен олардан жасалған бұйымдарды вулканизациялау.
Полимерлеу	-жабындарды емдеу; - Егу полимерленуі; - Түрлендірілген кеуекті материалдар өндірісі.
Радиациялық деструкция	- құрамында целлюлоза бар қалдықтардан жемшөп пен жемшөп қоспаларын алу; - Полимерлердің молекулалық массасын реттеу; - Тефлон мен резеңкенің бұзылуы.
Медициналық бұйымдарды стерилизациялау	-бір рет қолданылатын медициналық бұйымдарды стерилизациялау; - Фармацевтикалық препараттарды стерилизациялау; - Имплантациялық хирургияда пайдаланылатын органдар мен тіндерді стерильдеу
Қоршаған ортаны қорғау	-табиғи суды тазарту; - Ағынды суларды және ағынды суларды тазарту; - Шығарылатын газдарды тазарту; - Қатты қалдықтарды өңдеу.
Азық-түлік өнімдерін радиациялық өңдеу	-сақтау кезінде көкөністердің өнуін баяулату; - Астық пен жемістерді дезинсекциялау; - Ет өнімдерін зарарсыздандыру.
Радиациялық физикалық технология	-жартылай өткізгіштерді легирлеу; - Электронды техника бұйымдарын өңдеу; - Кристалдық және шыны бұйымдар түсінің өзгеруі; - В-тұрақтылық жолағынан алыс Радиоактивті изотоптардың істелген жұмысы.
Медицинадағы электронды үдеткіштер	
Қатерлі ісіктерді сәулелік терапия	-радикалды сәулелік терапия; - Паллиативтік сәулелік терапия; - Симптоматикалық сәулелік терапия.
Ісік емес аурулардың сәулелік терапиясы	- қабыну сипатындағы аурулар; - Тірек-қимыл аппаратының дегенеративті-дистрофиялық процестері; - Невралгия, неврит, Фантом ауруы, тері аурулары және т. б.
Интраоперациялық сәулелік терапия	-сүт безі обыры; - Асқазанның, тоқ ішектің және тік ішектің қатерлі ісігі; - Аналық без бен жатыр денесінің обыры; - Остеогенді саркома
Инспекциялық-тексеру кешендері (ИТК)	
-Салмағы 3 тоннаға дейінгі жеңіл автокөлік құралдарының интроскопиясы; - Ірі габаритті объектілердің (контейнерлер, трейлерлер, вагондар) интроскопиясы.	

- Радиациялық-биологиялық технологияның негізгі бағыттары:
- Медициналық бұйымдарды радиациялық зарарсыздандыру;
- Тамақ өнімдерін радиациялық қондыру.
- Радиациялық-физикалық технологияға мыналар жатады:
- Жартылай өткізгіштерді радиациялық легирлеу;
- Электрондық техника бұйымдарын радиациялық қондыру;
- кристалды және шыны бұйымдардың түсінің өзгеруі.

Материалдардың радиациялық модификациясы - сәулелену нәтижесінде олардың қасиеттерінің бағытталған пайдалы өзгерісі. Көбінесе иондаушы сәулелену полимерлерді модификациялау үшін қолданылады, өйткені полимердің жоғары молекулалық салмағына байланысты салыстырмалы түрде аз дозалар да оның қасиеттерінің айтарлықтай өзгеруіне әкелуі мүмкін.

Практикалық тұрғыдан полимерлердегі радиолитикалық қайта құру-бүлтігіс. Қаптау әртүрлі өнеркәсіптік процестерде қолданылады, мысалы, кабельдер мен сымдардың полиолефинді (негізінен полиэтилен және поливинилхлорид) оқшаулауын өзгерту, қатайтылған және термоусаживающих ся пленкалар, түтіктер жасау, пенопропилау, эластомерлер мен олардан жасалған бұйымдарды вулканизациялау (олардың негізінде ыстық қатөзімді өздігінен жабысатын электроқшаулағыш таспалар мен резеңке-шыны маталар, табиғикаучуктың латексі, резеңке қолғаптар және т.б.).

1.2 Радиациялық-тігілген оқшаулағышы бар кәбілдер мен сымдар өндірісі

Полиолефиндердің радиациялық тігісі олардың механикалық беріктігін, ыстық қатөзімділігін арттыруға және электроқшаулау қасиеттерін жақсартуға әкеледі. Бұл процесс кабельдер мен сымдар өндірісінде кеңінен қолданылады. Радиациялық әдіс негізінен полиэтилен оқшаулауын және поливинилхлоридті оқшаулауды өзгертеді. Сондай-ақ, оқшаулау ретінде радиациялық тігілген полиуретан қолданылады.

Кабельдер мен сымдарды сәулелендіру үшін қолданылатын иондаушы сәулелену көздері 0.3 – 5 МэВ энергиясы бар және қуаты жүздеген киловаттқа дейінгі электрондық үдеткіштер болып табылады. Полиэтиленді тігу үшін қажетті Доза 200 – 400 кГр құрайды және полиэтиленгесенсибилизаторларды - полиэтиленнің иондаушы сәулелену әсерінен сезімталдығын арттыруға ықпал ететін заттардың негіз уарқылы айтарлықтай төмендеуі мүмкін. Сенсibiliзаторларды қолдану сәулелену дозасын 50 – 150 кГр-ға дейін төмендетеді.

Полимерлердің радиациялық тігісі химиялық тігуге қарағанда бір қатар артықшылықтарға ие. Олардың ішінде - өнімнің жақсы өнімділігі, процестің төмен құны, энергияның төмен құны, жұмыс орындарындағы пайда. Радиациялық тігілген полимерлік оқшаулағышы бар сымдар мен кәбілдерді көптеген елдердің өнеркәсібі өндіреді және байланыс жүйелерінде, әскери және ғарыш техникасында, электрондық және компьютерлік жабдықтарда, автомобиль электр схемаларында, ядролық реакторларда және т. б. қолданылады. Полимерлерді тігуге негізделген өнеркәсіпте жүзеге асырылатын радиациялық-химиялық процесс - бұл қатайтылған және термоөңдейтін өнімдерді шығару. Олардың ішінде - мұнай-газ, электротехникалық, автомобиль және тамақ өнеркәсібінде, электрондық техникада, Кеме жасауда, құрылыста қолданылатын Термо-қалпына келтірілетін пленкалар, ленталар, қаптар, түтіктер, түтіктер, шлангілер және анағұрлым күрделі конфигурациялы бұйымдар. Термоөңдеу өнімдерін өндірудің негізі - " жад "(немесе " пішінді естесактау ") әсері. Оның мөлшеріне дейін сәулелендірілген полимерлі материал, оның мөлшері гелеобразование дозасынан аз, кристаллиттердің балку температурасынан жоғары температурада деформацияланған (макромолекулалардың буындары түзетін үшөлшемді ұзақ тәртіпті полимерлердегі құрылымдар; бұл құрылымдардың мөлшері бірнеше мкм-ден аспайды), содан кейін тез салқындалады, сол температураға дейін қайта қыздырғаннан кейін (кеңістікті қордың пайдалануына байланысты) бастапқы пішінді қалпына келтіруге тырысады. Егер кез-келген зат осы материалмен жабылған болса, онда қызғаннан кейін олоғантығыз қабық түзеді. Термоөңдеу өнімдерін өндіруде электрондық үдеткіштер қолданылады. Түтіктерді сәулелендіру үшін энергиясы 1 – 3 МэВ электрондық будалар, ал үлдірлер мен энергиясы 0.5 – 1.0 МэВ таспа – байламдар пайдаланылады. Термоөңдейтін түтіктер мен таспаларды өндіру үшін қажетті дозалар 50 – 150 кГр құрайды. Эластомерлер жағдайында "тігу" ұғымының орнына "вулканизация" термині қолданылады. Бір қатар эластомерлер мен олардан жасалған бұйымдардың радиациялық вулканизациясы кең өнеркәсіптік қолдануды тапты.

а) Шина компоненттерін вулканизациялау.

50-жылдардың аяғынан бастап иондаушы сәулеленудің өте перспективалы саласы автомобиль шиналарын радиациялық вулканизациялау деп саналды. Алайда, кейінірек бұл процесс шиналар конфигурациясының күрделілігіне, шиналар компоненттерінің химиялық табиғатының әртүрлілігіне және әсіресе сәулелену нәтижесінде беріктігі төмендейтін сымның болуына байланысты мүмкін емес екені белгілі болды. Практикалық тұрғыдан алғанда, шиналардың жекелеген компоненттерінің дайындамаларын – протекторларды, қаңқаларды, бүйір қабырғаларды және т. б. алдын-ала сәулелендіру сәтті болды. - құрастыру, қалыптау және термо-Вулканизация алдында. Сәулелену

көзі ретінде 0.8 – 1 МэВ энергиясы бар электронды үдеткіштер қолданылды және пайдаланылды. Өңдеу үшін талап етілетін дозалар өнімнің түріне байланысты 1-ден 200 кГр-ға дейін өзгереді. Мұндай алдын ала өңдеу шикі қоспалардың беріктігін арттыруға, табиғи каучуктың бір бөлігін синтетикалық каучукпен алмастыруға және шиналарды дайындаудың жалпы ұзақтығын ~20% - ға қысқартуға мүмкіндік береді. Шина компоненттерін алдын-ала радиациялық өңдеуді жетекші әлемдік өндірушілер кеңінен қолданады. Мысалы, Жапонияда қазіргі уақытта осы мақсатта 29 электронды үдеткіш қолданылады және өндірілген шиналардың 90% радиациялық өңдеуге ұшырайды.

б) эластомерлерді вулканизациялауға негізделген басқа процестер.

Өнеркәсіпте эластомерлерді вулканизациялауға негізінде бір қатар басқа процестер қолданылады:

Табиғи каучуктың латексін радиациялық вулканизациялау радиоактивті препараттармен жұмыс істеуге арналған резеңке қолғаптарды дайындау сатыларының бірі болып табылады.

Бутадиен-стирольді каучук
негізіндегі резеңкенің вулканизациясы электронды үдеткіштің сәулеленуінің әсері
ментанктердің шынжыр табандары үшін резеңке "жастықтарды"
өндіруде қолданылады.

Үдеткіштердің электронды сәулеленуін қолдана отырып, этилен-пропилен резеңкеден атомға төзімді қабаты бар шатыр мен гидроокшаулағыш материалды алу технологиялары жасалды [2].

1.2.1 Радиациялық полимерлеу

Өнеркәсіптік масштабта жүзеге асырылатын радиациялық процестердің едәуір саны мономерлер мен олардың қоспаларының радиациялық полимерленуіне негізделген. Бұған ең алдымен электронды сәулелердің әсерінен жабындардың радиациялық қатаюы және радиациялық егу полимеризациясы жатады. Жабындарды радиациялық емдеу көптеген елдерде өнеркәсіпке енгізілген. Пайдаланылған электронды үдеткіштердің қуаты бойынша бұл процесс кабельдер мен сымдардың окшаулауын радиациялық байланыстырудан кейін екінші орын алады. Радиациялық емдеуге үлкен қызығушылық, ең алдымен, оның термохимиялық емдеуге қарағанда артықшылықтарына байланысты. Оларға энергия шығыны едәуір аз (~85 есе), жұмыс алаңдарындағы ұтыстар, процестің жоғары жылдамдығы, оны бөлме температурасында өткізу, Реактивтердің аз шығыны жатады. Радиациялық емдеу экологиялық таза процесс екенін атап өткен жөн.

Өңделген композициялардың негізі қанықпаған олигомерлер мен винил мономерлерінің қоспасынан тұрады. Олигомерлер мен мономерлерден басқа композицияларда пигменттер, толтырғыштар, ингибиторлар, тұрақтандырғыштар және басқа қоспалар болуы мүмкін. Сәулелендіру кезінде олигомер мен мономердің сополимеризациясы күшті және ерімейтін үш

өлшемді өзара байланысқан полимер түзеді. Қазіргі уақытта көптеген беттерде (ағаш, металл, керамика, тас, қағаз, полимер, магниттік дискілерде, зымырандардың массивті корпусарында және т.б.) әртүрлі полимерлі жабындарды (лак-бояу, адгезионды, магнитті, металдандырылған, баспа бояулары және т. б.) радиациялық қатаю технологиялары әзірленіп, өнеркәсіпке енгізілді. Жабындарды қатайту үшін талап етілетін дозалар қатайтын композицияның құрамына және сәулелену жағдайларына байланысты және 20-200 кГр шегінде болады. Жабындардың қалыңдығы әдетте кішкентай болғандықтан, технологияның осы саласында негізінен 0.15-тен 0.4 МэВ-қа дейінгі энергиясы бар төмен энергия үдеткіштері қолданылады. Қаптаманың қатаюы, мысалы, полимерлі субстраттың тігісімен біріктірілген жағдайларда, 1.2 – 1.5 МэВ энергиясы бар электронды үдеткіштер қолданылады. Радиациялық егу полимеризациясы материалдардың (негізінен полимерлік) қасиеттерін жақсарту үшін қолданылады. Іс жүзінде бұл процесс тоқыма бұйымдарын әрлеу, алюминийге адгезияны арттыру үшін полиэтиленге акрил қышқылын егу, ион алмасу мембраналарын алу кезінде және т.б. маңызды қолдану саласы – радиациялық биотехнология

А) радиациялық биотехнология.

Радиациялық биотехнология саласындағы зерттеулер мен технологиялық әзірлемелер екі негізгі бағытта жүргізіледі: биосәйкес материалдарды дайындау және полимерлік матрицаларда биоактивті заттарды иммобилизациялау.

Биоматериалдар ретінде синтетикалық полимерлер жиі қолданылады.

Олардың кемшіліктерінің бастысы-

Сулы биологиялық ортада жууға болатын ұлзаттардың болуы.

Биологиялық үйлесімді материалдарды алудың негізгі радиациялық әдісі- егу полимеризациясы.

Бұл әдіс негізінен полиакриламид, поливинилспирті және полиэтиленоксидке негізделген гидрогельдерді алу үшін жиі қолданылады.

Радиациялық тігудің артықшылығы- орындаудың салыстырмалы қарапайымдылығы, сәулелену жағдайларынан таңдау арқылы тордың тығыздығын кеңінен реттеу мүмкіндігі (дозаның қуаты, доза), төмен температураны пайдалану мүмкіндігі, алынған өнімнің тазалығы (бастамашылардың болмауы) және бір мезгілде зарарсыздандыру.

Радиациялық тігілген гидрогельдер биологиялық белсенді заттардың тасымалдаушысы ретінде (ферменттер, дәрі-дәрмектер және т.б.), имплантаттар, протездер, көз линзалары, медициналық мембраналар, таңу материалдары және микроорганизмдерді зерттеу және өсіру үшін биологиялық орта ретінде қолданылады.

Радиациялық полимерлеуде қолданылатын техникалық әдістер мен әдістер әртүрлі импланттарды алу үшін, негізінен терінің зақымдалған жерлерін емдеу үшін, сондай-ақ протездер жасау үшін қолданылады. Мономерлердің немесе полимерлердің коллаген қоспасын сәулелендіру арқылы коллаген импланттарына алу әдістері жасалды.

Имплаттарқанмен жақсы үйлеседі және қабынуды тудырмайды.
Имплаттар хирургияда қолданылады және оларды биотехнологияда субстрат ретінде пайдалануға болады.
Ішкі беті радиациялық түрлендірілген полиэфир этан негізіндегі протездер зерттелді. Модификация акриламидті түтіктердің ішкі бетіне радиациялық егу арқылы жүзеге асырылды.
Стоматологиялық техникада қолданылатын полимерлерге арналған толтырғыштарды модификациялау әдісі жасалды.
Радиациялық егу полимеризациясының көмегімен адам денесінің күйген жерлерінде етеріне мүдеге арналған имплантаттар жасалды.
Ол үшін әдетте гидрофильді мономерлерді егу арқылы өзгертілген силикон резеңке немесе модификацияланған вулканизацияланған табиғи резеңке қолданылады.
Алдағы жылдары радиациялық полимерлеу әдістерін қолдана отырып алынған жаңа полимерлі биоматериалдардың нарықта пайдалануы күтуге болатыны сөзсіз.

б) биоактивті заттардың иммобилизациясы.

Биоактивті заттарды (антибиотиктер, антиденелер, антигендер, қатерлі ісікке қарсы препараттар, бактериялық жасушалар, контрацептивтер, гормондар, иммунодиагностикалық заттар және т.б.) олардың қозғалғыштығына зайту үшін полимерлі матрицаларда иммобилизациялауды радиациялық әдістері үлкен практикалық қолдануды тапты.

Иммобилизацияның негізгі мақсаттары:

биоактивті заттың жарамдылық мерзімін ұзарту үшін ерігіштігін бекіту және азайту, материалға қажетті ішін мен мөлшер беру, жылу мен химиялық реагенттердің әсерін ентурақтылықты арттыру, қалыпты және жергілікті әсерету үшін бақыланатын баяубосату. Радиациялық-иммобилизацияланған биоматериалдардың қолданудың негізгі салалары некітопқа бөлуге болады: иммобилизацияланған энзимдердің, ашытқылардың, бактериялық жасушалардың және т. б. қатысуымен 1 – биохимиялық процестер.; 2-иммобилизацияланған дәрілік препараттар, энзимдер, антиденелер, жасушалар қатысатын биомедициналық қосымшалар (дәрілік заттардың бақыланатын бөлінуі бар жүйелер, иммунологиялық жиынтықтар, жасанды органдар және т.б.).

Радиациялық егу полимеризациясы үшін талап етілетін дозалар 25 – 50 кГр құрайды, бұл ретте алынатын заттардың биоактивтілігі егу кезінде дозаның қуатына байланысты болады.

1.3 Медициналық бұйымдарды радиациялық зарарсыздандыру

Медициналық бұйымдарды радиациялық стерилизациялау Иондаушы сәулеленуді пайдаланатын ірі өнеркәсіптік процестердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта радиациялық әдіспен бір рет қолданылатын медициналық бұйымдардың 50% - дан астамы зарарсыздандырылады. Стерилизация үшін γ-

Сәуле де, электронды сәулелер де қолданылады. Электрондық сәулелердің энергиясы негізінен 5-10 МэВ құрайды. Төмен энергиялы байламдар медициналық мақсаттағы бұйымдарды зарарсыздандыру үшін қолданылады. Соңғы жылдары γ -сәулеленумен салыстырғанда электронды сәулеленуді зарарсыздандыру үшін қолдану кеңейде. Бұл жұмыс кезінде қауіпсіздіктің жоғарылауына, сондай-ақ қуаттың жоғарылауына және нәтижесінде сәулеленудің аз уақытына байланысты.

Радиациялық стерильдеуге бір рет қолданылатын медициналық бұйымдардан (шприцтер, игелер, хирургиялық керек-жарақтар, имплантацияланатын материалдар мен маталар, анестезиологиялық және акушерлік жиынтықтар, ингаляцияға, диализге және қан құюға арналған жабдық, таңу материалы, маскалар, бандаждар, тамшуырлар және т.б.) басқа, сондай-ақ кейбір фармацевтикалық препараттар (көз майлары мен тамшылары, күйікке қарсы жақпа майлар, тұз ерітінділері, ветеринариялық өнімдер және т. б.), буып-түю материалдары ұшырайды. Бірқатар елдерде әртүрлі қатты дәрілік препараттарды, жақпа және суспензияларды, фармацевтикалық шикізатты радиациялық стерильдеуге рұқсат етілген. Бұл әдіс имплантация хирургиясында қолданылатын адамдар мен жануарлардың мүшелері мен тіндерін зарарсыздандыру үшін де қолданылады.

Көптеген елдерде қабылданған зарарсыздандыру дозасы 25 кГр құрайды. Бірқатар елдерде (АҚШ, Канада) тұрақты стерильдеу дозасы жоқ; ол стерильденетін өнімдегі микроорганизмдердің бастапқы санымен, олардың табиғатымен және сәулелену әсеріне сезімталдығымен айқындалады. Сондықтан ол 15-тен ~30 кГр-ға дейін өзгеруі мүмкін. Көрсетілген дозалар салыстырмалы түрде жоғары, сондықтан стерилизациямен қатар өнімдер жасалған препараттар мен материалдардың радиациялық тұрақтылығы мәселесін шешу қажет. Медициналық өнімдерді өндіруде қолданылатын көптеген полимерлер Стерилизация дозасына төтеп беру үшін жеткілікті жоғары радиациялық тұрақтылыққа ие, алайда шприц материалы ретінде кеңінен қолданылатын полипропиленнің жойылуы оның түсін өзгертеді және сынғыш болады. Сондықтан, жақында шприцтер өндірісі үшін кейбір қоспалармен тұрақтандырылған полипропилен қолданыла бастады.

Экономикалық тұрғыдан ең арзан зарарсыздандыру әдісі-бумен өңдеу, ең қымбаты – этилен оксидін қолдану; радиациялық әдіс аралық орынды алады. Алайда, жоғары өнімділікпен радиациялық зарарсыздандыру бу әдісімен бәсекелесе алады. Болашақта этилен оксидімен зарарсыздандыру жылу мен иондаушы сәулеленудің әсеріне тұрақсыз медициналық өнімдер болған жағдайда қолданылатыны анық. Бір рет қолданылатын көптеген басқа өнімдер үшін радиациялық әдіс басым болады [3].

1.3.1. Табиғи суды радиациялықтазарту

Халықты қамтамасыз етуге арналған табиғи су (өзендерден, көлдерден, су қоймаларынан, артезиан құдықтарынан және т.б.) зиянды қоспалармен

ластануы және құрамында патогенді микроорганизмдер мен паразиттер болуы мүмкін. Көбінесе мұндай қоспалардың концентрациясы мен жұқтыру деңгейі төмен, сондықтан суды радиациялық өңдеу үшін салыстырмалы түрде төмен дозалар қажет. ~1 кГр дозалары табиғи суды тазарту және зарарсыздандыру үшін, атап айтқанда, иіс, түс және т. б. тудыратын органикалық қосылыстардың ыдырауы үшін жеткілікті. Радиациялық технологияның маңызды міндеттерінің бірі табиғи суды құрамында хлор бар улы және канцерогенді органикалық заттардан тазарту болып табылады. Бұл заттар ластанған ортадан суға түседі және құрамында кейбір органикалық қосылыстар бар суды хлорлау кезінде пайда болады. Құрамында хлор бар органикалық заттармен (дихлорэтан, трихлорэтан, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, хлорбензол және т.б.) ластанған судың сәулеленуі олардың ыдырауына әкеледі. Бұл заттардың аз мөлшері (~10-4 моль·дм⁻³ және одан аз) ~1 кГр салыстырмалы түрде аз мөлшерде ыдырауы мүмкін. Мұндай жүйелер жағдайында радиациялық әдістерді қолдану перспективалы болып табылады. Алайда, хлорланған хош иісті қосылыстардың радиолизінде дехлоризация басқа улы заттардың пайда болуымен бірге жүруі мүмкін. Мысалы, хлорбензол ерітінділерінің радиолизімен фенолдық қосылыстар пайда болады. Сонымен қатар, ыдырау өнімдерінің дозаның қуатына тәуелділігі байқалады. Ластанған судың озондаумен бірге сәулеленуі синергетикалық әсер береді. Осылайша, трихлорэтиленмен және тетрахлорэтиленмен ластанған суды озондау сұйылтылған ерітінділердегі доза қуатының әсерін толығымен жояды, сондай-ақ Сәулеленген суды құбырлар арқылы тасымалдау кезінде микроорганизмдер мен паразиттердің қайта пайда болуынан қорғайды.

Радиациялық өңдеу жер асты суларын өңдеу кезінде де оң нәтиже береді. Ол биологиялық процестердің өнімдерімен ластанған су ұңғымаларын қалпына келтіру үшін сәтті қолданылады. Иондаушы сәулелену Fe(II), Mn(II) және т.б. иондарының тотығу реакцияларына жауап беретін бактерияларды өлтіреді және ерімейтін гидролиз өнімдерін кейіннен тұндырады, бұл су қабылдағыштардың "бітелуіне" және ұңғымалардың "қартаюына" әкеледі. Бұл үшін қажетті дозалар 0.25 – 0.4 кГр.

1.3.2 Тамақ өнімдерін радиациялық өңдеу

Азық-түлік өнімдерін радиациялық өңдеу тарихы 60 жылдан асады. Оларға иондаушы сәулеленудің пайдалы әсері туралы көптеген маңызды ақпарат алынды. Бұл сақтау кезінде картоп пен пияздың өнуін баяулатудан, ет пен балықты мұздатылған күйде сақтау мерзімін ұзартудан, астық пен жемістерді дезинсекциялаудан, мұздатылмаған күйде сақтау мақсатында ет пен ет өнімдерін стерилизациялаудан және т. б. тұрады. Азық-түлікті сәулелендіруге 40-тан астам елде рұқсат етілген және қазіргі уақытта тамақ өнімдерін радиациялық өңдеу бойынша өнеркәсіптік қондырғылар кеңінен қолданылады: картоп, пияз, сарымсақ, қызанақ, бұршақ, маусымдық көкөністер, дәмдеуіштер, құлпынай, цитрус жемістері, алма, манго, кептірілген

жемістер, астық, күріш, тауық еті, ашытылған шұжықтар, асшаяндар, кептірілген балық және т. б.

Көптеген елдердің мамандары жүргізген Мұқият химиялық және биологиялық зерттеулер, Сәулеленген өнімдердің қоректік қасиеттерін сынау радиациялық өңдеудің өнімдерге зиянды әсер етпейтінін көрсетті. Халықаралық ұйымдар 10 кГр дозаға дейін кез келген өнімдерді сәулелендіру қауіпсіздігін атап өтті, бұл ретте адам рационының аз үлесін құрайтын өнімдер (мысалы, дәмдеуіштер) жағдайында неғұрлым жоғары дозаларды да пайдалануға болады. Иондаушы сәулеленудің мынадай түрлерін қолдануға рұқсат етіледі: γ -60Co және ^{137}Cs радиоактивті көздердің сәулеленуі, энергиясы 5 МэВ аспайтын электрондық үдеткіштермен генерацияланатын γ -тежегіш сәулелену және энергиясы 10 МэВ аспайтын электрондық сәулелену. Электрондар мен γ -сәулелену үшін жоғарғы энергия шегін таңдау көрсетілген энергияларда индукцияланған радиоактивтілік пайда болмайтындығына байланысты.

Қазіргі уақытта тамақ өнімдерін өңдеу үшін γ -сәулелену де, электронды сәулелер де қолданылады. Қолданылатын дозалар салыстырмалы түрде аз: картоп, пияз және т. б. өнуін тежеу үшін 0.05 – 0.15 кГр, дәнді, жемістерді және т. б. дезинсекциялау үшін 0.15 – 0.50 кГр, жемістердің, көкөністердің пісуін баяулату үшін 0.5 – 1.0 кГр, жаңа және мұздатылған ет, асшаяндар, балық және т. б. патогенді паразиттер мен микроорганизмдерді жою үшін 2.0 – 5.0 кГр, бірқатар тамақ өнімдерінің технологиялық қасиеттерін жақсарту үшін 2.0 – 10 кГр, тағамдық қоспалар мен ингредиенттерді зарарсыздандыруға арналған КГР, мысалы, дәмдеуіштер, етті, ет өнімдерін, науқастарға арналған диеталық өнімдерді және т. б. зарарсыздандыру үшін 30-50 КГР.

Қарастырылып отырған радиациялық технология саласындағы маңызды мәселе – радиациялық өңдеуге ұшыраған тамақ өнімдерін анықтау. Сәулеленген өнімдерді тұтынушылардың ақпараты үшін және олардың сатылуын бақылау үшін сәйкестендіру. Бұл Проблема күрделі, өйткені иондаушы сәуле шығаратын әсерлер аз мөлшерде сипатталады, сонымен қатар олар консервілеу нәтижесінде пайда болатын өзгерістерге әкеледі. Сәулелендірілген тағамдарды танудың әмбебап әдісі әлі жасалмаған. Осы мақсатта радиациялық әсердің барлық түрлері (химиялық, физикалық және биологиялық) қолданылды. Олардың ішінде – гистологиялық және морфологиялық сипаттамалардың, физикалық қасиеттердің (электрлік кедергі, тұтқырлық, сулану және т.б.) өзгеруі, тамақ өнімдерінің компоненттеріндегі химиялық өзгерістер (көмірсулар, липидтер, ақуыздар, нуклеин қышқылдары, витаминдер және т. б.), химилюминисценция, термолюминисценция және электронды парамагниттік резонанс (ЭПР) әдістерімен анықталған бос радикалдардың пайда болуы. Еркін радикалдардың пайда болуына негізделген әдістер ең перспективалы болып табылады. Бұл бөлшектер сүйектерде, қабықтарда, қабықтарда, тұқымдарда, қабықтарда және т.б. сақталады, салыстырмалы түрде ұзақ уақыт өмір сүре алады, нәтижесінде люминесцентті әдістермен және ЭПР әдісімен анықталуы мүмкін.

2. ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

2.1 Радиациялық стерилизация жасау корпусы

Бұл дипломдық жұмыстың эксперименталды бөлімі Алматы қаласы, Ядролық физика институтында, радиациялық стерилизация корпусында орындалды. Радиациялық стерилизация медицинада бір рет қолданылатын құрылғаларды өңдеуге арналған орын1 суретте көрсетілген. Медициналық бұйымдар ретінде: шприцтер, оларға керек инелер, медицина қызметкерлерінің жұмыс формалары, қан құюға арналған жүйелер, таңу материалдары және дәрі дәрмекке керек шикізаттар жатады. Осы айталған барлық медициналық бұйымдар ИЛУ-10 үдеткіші көмегімен, зиян бактериялардан зарарсызданып шығады. Радиациялық стерилизация корпусының ішіне үдеткіш ИЛУ-10 және технологиялық бақылау, радиациялық өңдеу процесінің негізгі параметрлерін бақылау жүйелері кіреді, сонымен қатар өңделген өнімді сәулелену аймағына тасымалдауға арналған КРП КЗ көлік желісі, сондай-ақ өндірістік процеске біріктірілген инженерлік желілерден тұрады (Сурет 2(а,б)).



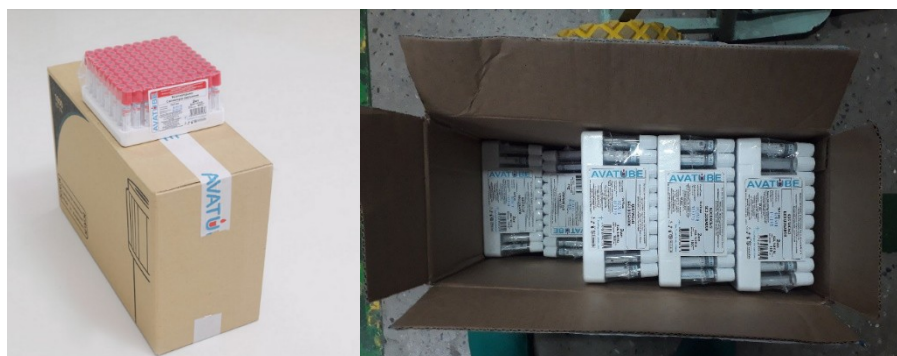
1Сурет– ИЛУ-10 Үдеткіші



2 Сурет – а) радиациялық өңдеу процесінің негізгі параметрлерін бақылау жүйесі; б) өңделген өнімді сәулелену аймағына тасымалдауға арналған КРП КЗ көлік желісі

2.2 Гетерогенді нысаналар және гидрогельді маска

Менің дипломдық жұмысымда қан құюға арналған пробиркаларды ИЛУ-10 үдеткіші көмегімен стерилизация жасау үшін, оптималды параметрлерді тағайындау болды. Сонымен қатар алынған материалдардың центрінде және шекаралрындағы өңдеуге қажет дозаның таралуына баға беру болып табылды. Гидрогельді Aqua Dress таңу маскаларын радиациялық стерилизациядан өткізу үшін қажет дозаны анықтау болды.



3 Сурет – Вакуумдық пробиркаларға арналған тасымалдау контейнері - үш қабатты гофр картон. Жеткізу контейнерінде 10 топтық контейнер немесе 1000 вакуумдық пробирка бар

3 Суретте көрсетілген вакуумды пробиркалар Avatube үш бөліктен тұрады: пробирка өзі, қақпағы, тығын. Пробирка – пластиктен жасалған (полиэтилентерефталат, тығындығы $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$). Пробирка үш өлшемге ие:

13x75мм; 13x100мм; 16x100мм. Қақпағы – пластик (полипропилен $\rho = 0,9$ г/см³). Екі өлшемді: 13мм; 16мм. Тығын –резинадан жасалған (хлор бутилкаучук). Екі өлшемді: 13мм; 16мм. Бір жәшікте – 3000 шт. пробирка, крышка, пробка болады. Жәшік гаариттері - 600x400x200 мм.

Гидрогельді маскaлар өрттен кейін болатын күйіктерге, псориаз, хирургиядан шыққан емделушілерге қолданылады.

Бір повязканың құрамы: 91% судан (30см³), 9% (поливинилпирролидон – 2,1 г, агар микробиологиялық-0,3 г, полиэтиленгликоль – 0,5 г) тұрады. Сыртқы орамының құрамы: поливинилхлорид ыдыстан (корытца) қалыңдығы 200 микрон, тереңдігі 3 мм, осы ыдысқа 30 мл гидрогельді маска құйылады, периметр бойыша қалыңдығы 35 микрон алюминленген полиэтиленмен жабылады. Бір масканың өлшемі: 105*90*3 мм. Масса – 30 г на 1 м² конвейерге 3 дана маскa екі жағынан өңделеді.

Дипломдық жұмыста осы алынған материалдарға жақын үлгілер қолданылды. Себебі программада шприц немесе пробирка деген анықтамалар жоқ, сондықтан тек осы материалдар құрамы жазылады.

Программада салыстыруға жеңіл болу үшін гетерогенді нысана (мишень) ретінде, екі блокты қолдандық. Бірінші нысана ол, химиялық құрамдары және тығыздықтары әр түрлі материалдар қолданылды. Бірінші нысана ретінде екі түйіскен материалдарды алдық, олар тығыздығы 0.94 г/см³, эффективті атомдық нөмірі $Z_{ef} = 4.76$ біртекті Полиэтилен (ПЕ) және тығыздығы 2.7 г/см³, атомдық нөмірі $Z = 13$ Алюминий алынды. Екінші нысанада, блокта химиялық құрамы бірдей және тығыздықтары әртүрлі материал қолданылды. Олар біртекті PE (0.94г/см³) және грануладағы полиэтилен (PE1 көлемдік тығыздығы 0.3г/см³).

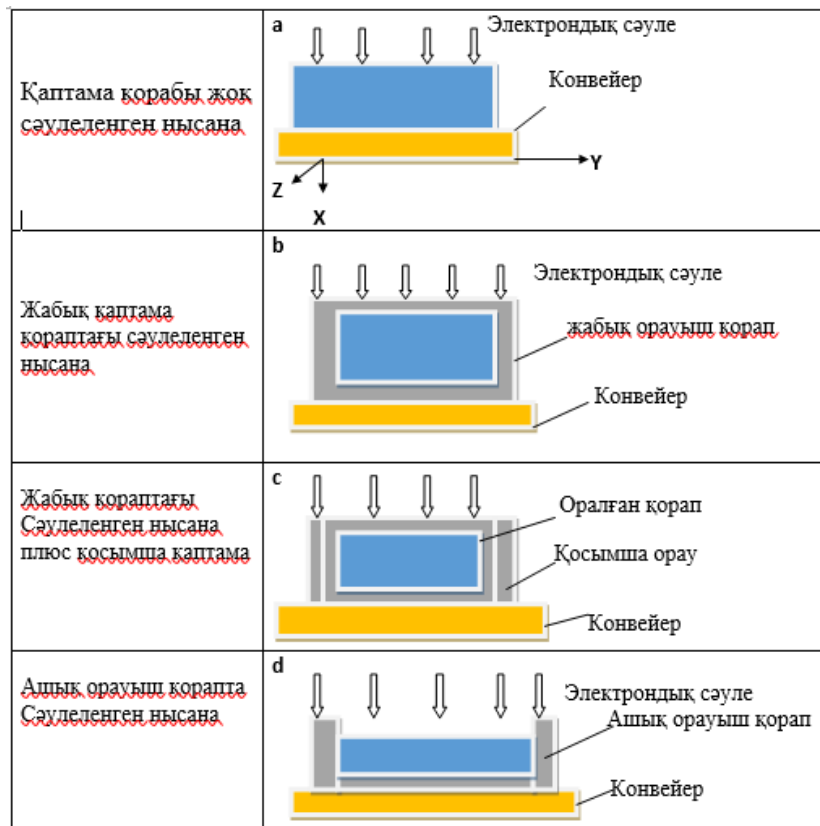
Нысаналардың геометриялық параметрлері блоктар центріндегі тереңдік-дозаның таралу қисықтары жартылай шексіз нысананың экстремалды жағдайына сәйкес келетін етіп таңдалды. Ол блоктардың мөлшері r_0 -ден үлкен болған кезде жүзеге асырылады - блок материалындағы электрондардың үздіксіз баяулауының жақындау шегі. Полиэтилен және электрон энергиясы үшін 10 МэВ мәні $r_0 = 4,9$ г/см², Al үшін - $r_0 = 5,85$ г/см². Қозғалыстағы конвейердің нысандар электронды сәулені 10 МэВ электрон энергиясымен сканерлеп сәулелендірді.

2.3 Гетерогенді нысандардағы дозаның таралуын сандық зерттеу, ModeRTL бағдарламалық жасақтамасын қолдану

Радио-технологиялық желіде қозғалмалы конвейерде сканерлейтін электронды сәулелермен сәулеленген гетерогенді нысандардағы дозаның таралуын сандық зерттеу ModeRTL бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы жүргізілді. Сәулеленуді имитациялау үшін ModeRTL (Радиациялық-технологиялық желіні модельдеу) бағдарламалық жасақтама жасалды. ModeRTL (Радиациялық технологиялық желіде өңдеу) ол сканерлі электрон сәулесінің энергия 0,1 ден 25 МэВ ке дейін баратын өнеркәсіпте қолданылатын

радиациялық өңдеу кезіндегі жұтылған дозаны, температураны және зарядтардың таралуын модельдеу үшін құрастырылды. Бұл программа бірыңғай есептеу схемасында аналитикалық, жартылай эмпирикалық және дәл - Монте-Карло әдісі сияқты әртүрлі есептеу әдістері материалдарындағы электрондарды тасымалдауға арналған. Бұл имитацияланған нәтижелер мен осы негізде қабылданған шешімдердің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Үдеткіштен сәуле шығатын жер мен нысана бетіне дейінгі ара қашықтық ауамен толтырылған. 4(a), (b), (c) және (d) Суреттерде сәулелендірілген нысана үшін әр түрлі модельдерді көрсетеді, нысандардың осы орналасуы өңдеуді модельдеу үшін ModeRTL бағдарламасында қолданылады [3].

Сәулеленген гетерогенді нысаналарда электрон сәулелерінің дозаларының таралуын модельдеу Монте-Карло және аналитикалық әдістермен екі өлшемді (2D) геометриялық модельде орындалды. Модельдеу Монте Карло әдістерін іске асыру кезінде түпкілікті нәтижелерді алу үшін жұмыс уақытын шамамен жүздеген уақытта қысқартуға мүмкіндік беретін арнайы жасалған схемалар қолданылды. Нысанадағы дозаның 2-өлшемді таралуы екі координатаның функциясы ретінде ұсынылады - нысан тереңдігі (X осі) және сканерлеу бағыты бойынша нысананың ені (Y осі). Конвейер Z осі бойымен қозғалады. Мұндай жағдайлар электрон сәулелерімен өңдеу үшін көптеген жағдайларда нысана қозғалатын конвейерде бір және екі жақты сәулеленген кезде жүзеге асырылады.



4 Сурет – Нысаналардың сіңірілген дозасын анықтау мақсатында, оларды арнайы жәшікке орнатылуы

Конвейер сызығындағы гетерогенді нысан конвейердің қозғалысы бойымен (Z осі) ұзындығы бойынша шексіз параллелепипедтер жиынтығы ретінде ұсынылды. Параллелепипедтік жақтар тек бір-біріне параллель бағытталған, ал нысананың әрбір элементінің материалы (бөлек параллелепипед түрінде ұсынылған) біртектес болады деп болжануда. Электронды сәуленің (X және Y жазықтығы) сканерлеу жазықтығындағы дозалық өрістер есептелді. Тереңдік-дозалық үлестірулер (тереңдік нысанаға түскен осінен X осіне перпендикуляр Y осіне бағытталады) тығыздықтары әр түрлі және/немесе атомдық сандары бар материалдар шекарасынан әр түрлі қашықтықта салыстырылды. Дозиметриялық пленка XZ жазықтығындағы жанасатын біртекті материалдар арасында электрон сәулесінің параллель осіне ұзындығы шексіз жұқа жазық бет сияқты салынды [4].

2.3 Технологиялық процесс

Медицина құралдарының радиациялық өңдеудегі технологиялық процесі ол материалдарды гамма кванттарының ағымымен немесе үдетілген электрондармен сәулелендірген кезде, жинаған дозаның мәні құралдардың стерильдік деңгейіне жету керек. Стерильдену диапазоны 15 кГр ден 30 кГр ге дейін болады, бұл деңгей ол құрылғылардың қаншалықты микроденелермен ластанғандығына және құрылғыны құрайтын заттардың радиосәулелеріне төтеп беруіне байланысты.

Дозиметриямен тереңдік-дозаның таралуын болжауды растау өнеркәсіптік электронды үдеткішпен ИЛУ -10, ИЯФ, Алматы қаласында орындалды. Тереңдік-дозаны бөлу үшін шекаралық эффектілерді модельдеу және өлшеу қозғалмалы конвейерде 10 МэВ энергиямен сканерлеу арқылы сәулеленген нысандар үшін жүргізілді.

Құрылғылардың стерильденген деңгейін тексеретін арнайы стандарттар бар. Кез келген медициналық пробиркалар, шприц немесе стоматологияда қолданылатын материалдардың стерильдік деңгейі болады. Яғни әр құрылғыға радиациялық сәулелену сол материалдың құрылымына қарай әр түрлі болады. Сондықтан, радиациялық өңдеу технологиялық процессінде негізгі мақсат болып, ол өңделетін нысана өзіне жеткілікті дозаны жинау болып табылады. Ол мақсатқа жету үшін, өңдеуге берілетін материалдардың құрамын, өлшемін білу қажет. Сонымен қатар, технологиялық процесстің негізгі параметрлерін білу қажет. Жұмыстың негізгі мақсаты гетерогенді нысаналардағы жұтылған дозаның мөлшерін анықтау болып табылғандықтан, дипломдық жұмыста компьютерлі модельдеу симуляциясы жүргізілді. Бұл әдіс арқылы кез келген медициналық құралдардың немесе дәрі дермектердің, үдеткіштің параметрлерін біле отырып, олардың қабылдайтын доза мөлшерін сипаттай аламыз.

Радиациялық сәулелендіру жүргізу үшін ИЛУ -10 үдеткішінің негізгі параметрлері келесі кестеде берілген.

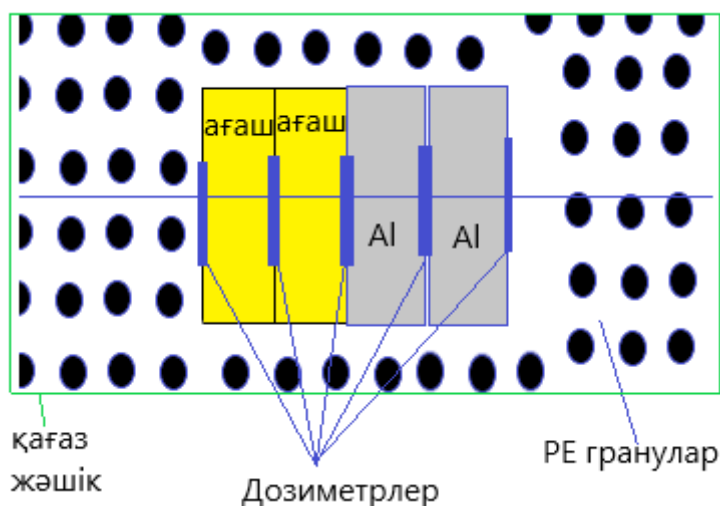
Кесте -2ИЛУ-10 үдеткішінің негізгі параметрлері

Параметр	Сан мәні
Электрондарэнергиясы	2.5 - 5 МэВ
Электронды сәуленің қуаты (max)	50 кВ
Электроды сәуленің орташа тоқ мәні	до 10 мА
Ағымдағы түзету шектері, мА	0 - I_{max}
Энергия тұрақсыздығы	$\pm 2\%$
Тоқтың тұрақсыздығы	$\pm 2\%$
Сканер жасайтын конус ені (развертка)	800 мм
Жүк таситын контейнер жылдамдығы	2-8 см/сек
Жылдамдықтың берілген мәнінен ауытқуы	$\leq 3 \%$

Барлық радиациялық-технологиялық процестер үшін маңызды сипаттамалардың бірі - сәулеленген материалдардағы электрондардың жұтқан дозасы болып табылады. Сәулелендіру құрылғысындағы өңделетін әр өнім үшін, әдетте, қажетті әсер алу үшін минималды D_{min} шегі және өнім шыдай алатын максималды доза шегі болады, ол доза нысанының сапасын деградацияға ұшыратпайтын дозы. Электрондарды сіңіру дозасының мәні, сәулелендірілген өнімнің көлеміндегі дозаның біртектілігінің қажетті деңгейінің ($DUR = D_{max} / D_{min}$) технологиялық процестің тиімділігі мен өнімділігін анықтайды. Әр түрлі электронды сәулелендіру технологияларында DUR мәні терең дозалардың таралуындағы шекаралық ауытқуларға байланысты, олар гетерогенді нысаналардың сәулеленуінде пайда болады. Мысалы, іс жүзінде мұндай шекаралық ауытқулар пайда болады әр түрлі тығыздықтағы және/немесе атомдық сандармен байланысатын материалдарды (қатты/сұйықтық) электрон сәулелендіру кезінде, сәулеленген материалдардың орамымен және ауамен шекарасында, дене дозиметрінің материалдарымен сәулеленген материалдардың шекарасында және т.б. Дозалық өлшеудің шекаралық ауытқуларын және дозиметриялық нәтижелерді интерпретациялаудың теориялық және практикалық зерттеулері өнеркәсіптік сәулелену технологияларының дозиметриясы үшін өзекті міндеттер болып табылады [5].

Осы теориялық айтылған болжамдарды, салыстыру мақсатында, радиациялық технологиялық өңдеу желісінде дозиметрлің тәжірибиелер жасалынды. Гетереогенды нысаналар қозғалып бара жатқан конвейер үстінде, электрон энергиясы 10МэВ болатын сканерлі электронды сәулелермен өңделді. Эксперименталды түрде алынған өлшемдер, осы модельдеу әдісі арқылы

есептелінген электрондардың таралуы және екі материалдың түйіскен жеріндегі доза мәндері салыстырылды. Алынған гетерогенды нысаналарды конвейер үстіне алюминий жәшігінің үстіне 5 суретте көрсетілгендей орналастырамыз. Яғни, 5 суретте PE гранулары /ағаш және дозиметр қойылады, одан кейін ағаш/ағаш тағы дозиметр қойылады, одан кейін Al/Al арасына дозиметр орналастырамыз, одан кейін Al/PE гранулары тағы да дозиметр орналастырады [6].



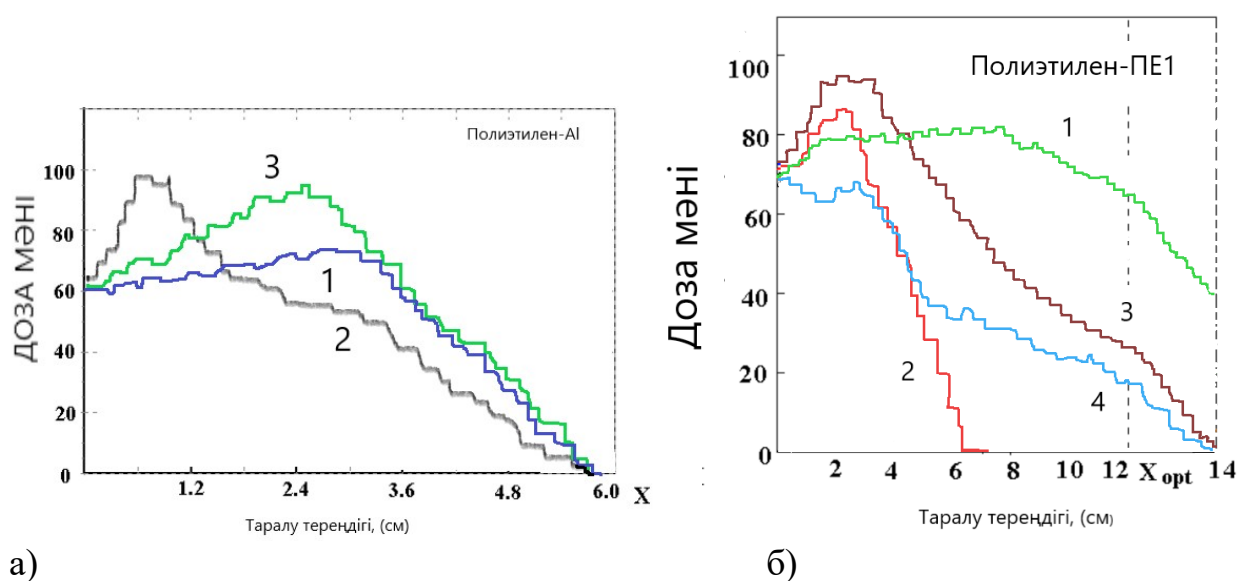
5 Сурет –Эксперимент түрінде гетерогенды нысаналардағы дозаны анықтау

Нысаналарды осылай қою арқылы, тығыздықтары әр түрлі және атомдық массалары әр түрлі материалдардың шекарасында болатын дозалардың таралуын есептей аламыз. Яғни компьютерлік есептеулерді дәлелдеу мақсатында осындай эксперимент жүргізілді.

3. НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

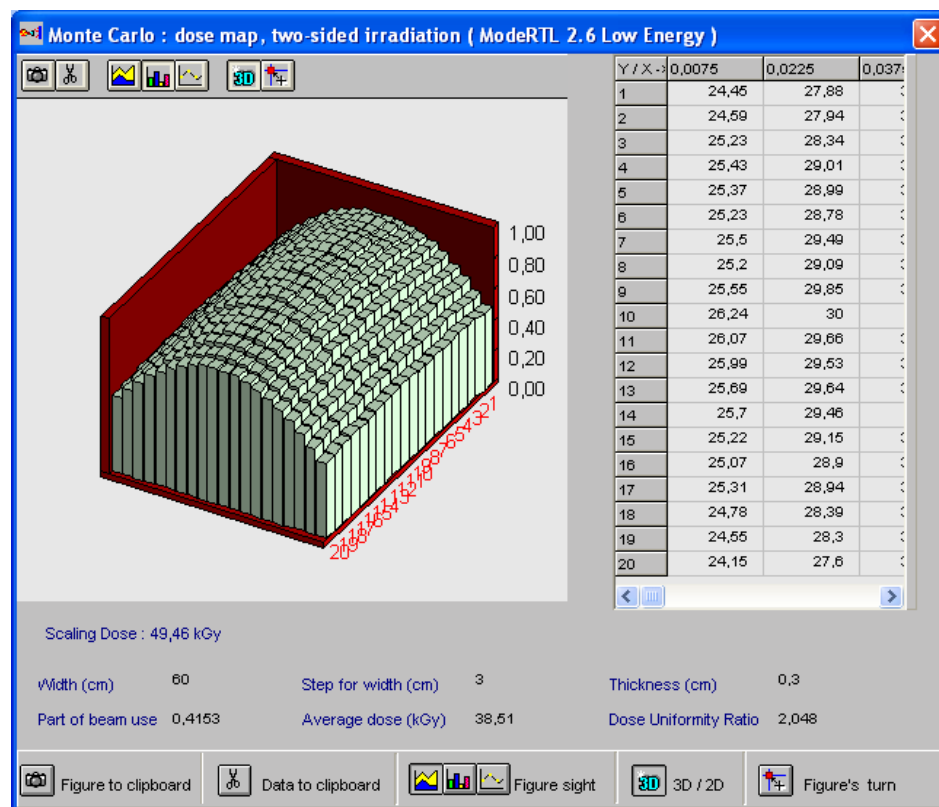
3.1 Компьютерлік программада есептелінген гетерогенді нысаналардығы сіңірілген доза

Компьютерлік есептеулерінің нәтижелерін талдау негізінде алынған кейбір аналитикалық және Монте-Карлоның әдістерімен орындалатын 1 және 2 нысандарындағы электрондардың тереңдік-дозаларын үлестіру нәтижелері сәйкесінше 5 суретте көрсетілген. Компьютерлік иллюстрацияда екі блоктан тұратын гетерогенді нысандардың екі түрі таңдалды. Бірінші нысана жанасатын материалдар блоктары химиялық құрамы және тығыздықтары әр түрлі [7].



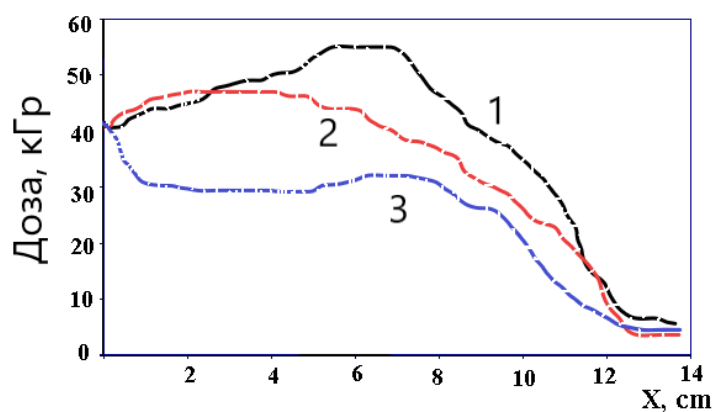
5 Сурет – а) PE блогының центрінде (қисық 1) және PE блогының АІ(тығыздығы 2,7гр/см³) блогымен шекарасына жақын жерінде (қисық 2). Полиэтилен мен АІ тығыздықтары бірдей (0,94 гр/см³) блогының шекарасында (қисық 3). б) Екінші нысана тығыздықтары әр түрлі екі полиэтилен блогы (Полиэтилен –PE1): 1 мен 3 қисықтары PE1 (тығыздығы 0,3 гр/см³) блогының центрі мен шекарасындағы дозаның таралуы; 2 мен 4 қисықтары Полиэтилен (тығыздығы 0,94 гр/см³) блогының центрі мен шекарасындағы дозаның таралуы.

Алынған нәтижелерден көріп отырғанымыз, ол доза мәндерінің ауытқуы атомдық сандары әр түрлі екі материалдардың шекараларында болатыны белгілі. Бұндай ауытқуларды егер электрон сәулесі бірқалыпты сканерлегенде есепке алынады. Екінші нысанада алынған материалдар құрамы бірдей болғанымен тығыздықтары әр түрлі болса, центрінде доза мәні бұл екі блоктың шекараларындағы мәннен ауытқуы өте жоғары. Екі бір бірімен жанасқан материалдар үшін, олардың түйіскен шекарасындағы доза мәнінің тереңдігі ол осы материалдардың тығыздықтарына байланысты екенін түсіндірдік.



6 Сурет - Нысаналардағы лоза таралуының 3D көрінісі

Теориялық және эксперименталды зерттеу нәтижелері өте жақсы сәйкестікті көрсетті (сурет 7). Эксперименталды түрде алынған доза мәндерінің жоғарылығы, материалдан кері шағысқан сәулелену себебі болып табылады.



7Сурет – Экперименталды түрде алынған нысаналардағы доза мәндері

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмысты қорытындылай келе, гетерогенді нысаналардағы компьютерлік программа көмегімен сіңірген доза мәні анықталды және сол алынған нәтижелертәжірибе жасап, олардың растығы дәлелденді. Гетерогенді екі нысаналардың құрамы бірдей болып, тығыздықтары әр түрлі болғанда, сәулелендіру кезінде екі материалдың түйіскен шекарасында доза мәнінің ауытқуын байқадық. Осы ауытқуларды болдырмас үшін және ондай проблемалардың алдын алу үшін ұсыныстар берілді.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

ИЛУ, МАГАТЭ, IAEA, LHC, ПЛТ, ПОЛИЭТИЛЕН, DUR, DOSE DISTRIBUTION, PE, КРП КЗ, AQUA DRESS, ModeRLT, ИЯФ, AI.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ASTM Standard 1649-94. Standard practice for dosimetry in an electron beam facility for radiation processing at energies between 300 keV and 25 MeV. Annual Book of ASTM Standards. Vol. 12.02. American Society for Testing and Materials, West Conshohoken, PA 19428, USA.
2. Lazurik V.T., Lazurik V.M., Popov G.F., Rogov Yu.V. Software tools for optimization of industrial EB and X-ray processing. Proceedings of the 7-th Intern. Conference on Electron Beam Technologies, EBT 2003. Varna, Bulgaria. -2003.- P. 616-622.
3. Irradiated by electron beams. Abstract book of the XVIII International Workshop on Charged Particle Accelerators. Alushta, Ukraine. - 2003.- P. 209-210.
4. Okuda S., Fukuda K., Tabata T. and Okabe S. Influence of a dye film dosimeter inserted in a solid on electron behavior and dosimetry //Nuclear Instruments and Methods.-1982.- V.200. - P.443-447.
5. Lazurik V.T., Lazurik V.M., Popov G.F., Rogov Yu.V. Integration of simulation methods in control system for EB processing.Proceedings of the Phys.Con 2003 Conference. Saint Petersburg, Russia. - 2003.- P.1003-1008.
6. Zimek Z., Koyga S., Levin V.M., Nikolaev V.M., Rummyantsev V.V., Fomin L.P. An Institute of Nuclear Research ElectronLinac, Nukleonika. - 1972. – 17, 1-2. - P. 67-75.8. ICRU, Stopping powers for electrons and positrons. ICRU Report 37, Bethesda, MD. - 1984.
7. ICRU, Stopping powers for electrons and positrons. ICRU Report 37, Bethesda, MD. - 1984.