

МИКРОТРОНД ХУРДАССАН ЭЛЕКТРОНЫ ЭРЧМИЙГ НЭМЭГДҮҮЛЖ, БАЙД ГАРАХ БОЛОМЖИЙГ ӨРГӨТГӨХ

Д.Баатархүү¹, Белов.А.Г², Б.Далхсүрэн¹, Б.Сэргэлэн¹,
Н.Содном¹, Н.Норов¹, З.Цагаанхүү¹.

¹ МУИС, Цөмийн судалгааны төв

² ОУХ, ЦШНИ, Дубна

Академич Намсрайн Содном мэндэлсэний 80жилийн ой, түүний удирдалгаар Монголын анханы электроны цикл хурдасгуур микротрон "МТ-22"-ыг бүтээн байгуулсаны 10 жилийн ойд зориулав.

Тулхуур үг: Хурдассан электрон, меданы хавтгай, алдагдал электроны сарнил, дотоод орбит. фокуслалт.

1. ОРШИЛ

Цикл хурдасгуур микротроны камерт хурдас ч байгаа болон байд гарч байгаа электроны гүйдэлийн үзүүлэлт, электрон гарган хуваарилах, дамжуулан фокуслах системийн ажиллагаа, тохиргооноос ихээхэн хамаардаг.

Энэ өгүүлэлд энэ системийн ажиллагаа тохиргоонд гол нөлөө үзүүлэх хурдасч байгаа электроны орбитын хавтгайг меданы хавтгайд шилжүүлсэн болон байд гарах электроны урсгалыг фокуслах линзийн байрлалыг хурдасгалтын горим бүрд урьдчилан тогтоож өгсөн туршлагын дүнгийн тухай өгүүлнэ.

Мөн хурдасгах камераас электроныг 5-р орбитоос эхлэн гаргаж, байд тусах боломжийг 8 орбитоор өргөтгөн нэмэгдүүлсэн технологийн шинэ горимийн тухай өгүүлнэ.

2. ЭЛЕКТРОНЫ ОРБИТЫН ХАВТГАЙГ ТОДОДОРХОЙЛОХ

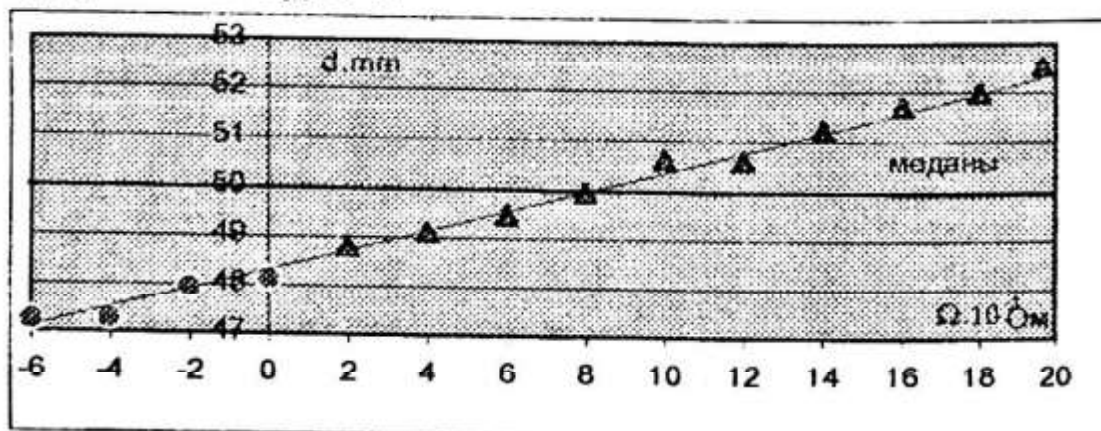
Орбитын хавтгай хурдасгах камерийн меданы хавтгайд байх нь электроныг сарнилгүй эрчимтэй, тогтвортой хурдасгах үндсэн нөхцөл. /1/ Камерийн соронзон туйл, резонаторын байрлал, хурдасгах орны тэнхлэгийн шилжилт хазайлтаар, орбитын хавтгай меданы хавтгайтай давхцаагүй үед хурдасч байгаа электроны урсгалын захын хэсгээс сарнил үүснэ.

Сарнисан электроны шаралтаар дотоод эд анги идэвхжихээс гадна суларсан агаарын молекулаар өндөр вакуум буурч, катод исэлдэн эмисс нь тогтворгүйжинэ. Энэ үед

резонаторын давтамж даган хэлбэлзэж хурдасгалтын горим алдагдах эффект бүх цэнэгт бөөмийн хурдасгуурт явагддаг.

Электрон хурдасгах, гарган хувиарлах, фокуслах зэрэг эд анги элементийн ажиллагаа, хоорондын тохиргоо нь хурдасч байгаа бөөмийн сарнил бага, гаралтын эрчим, нягт өндөр байхаар хийгдэнэ. Энэ нь хурдасгуурын дотоод эффектив ажиллагааны гол үзүүлэлт болно.

Электроны орбитын хавтгайн байрлалыг тодорхойлох тохируулагын муруйг байгуулахдаа үндсэн цахилгаан соронзоны хоёр туйлын ороомогт шунт нэмэх туршлагын аргыг хэрэглэсэн. Орбитын байрлалыг өндөр төлөөлөлтэй, хурдасгах оронд перпендикуляр азимутын шугамын дагуу 20-21 орбит дээр тодорхойлов. Зураг-1.



Зур

Зур-1 Шунт нэмэх аргаар орбитын хавтгайн шилжилт, байрлалыг тогтоосон тохируулгын муруй, о-дээд, Ү-доод ороомог

Хэмжилтийн дүнд цахилгаан соронзоны ороомгийн материалын төрөл, хөндлөн огтлолын талбай, ороодсын тоо, температур, хийцийн зөрөөгүй байхад орбитын хавтгай 1,8-2 мм шилжилттэй болох нь тогтоогдов. А.В.Доронин, В.Н.Мелехин нарын вертикал хазайлттай холбогдон үүсэх сарнилын талаарх [2,3] ажилд тооцсоноор, орбитын хавтгайн дээрх шилжилтэнд электроны гүйдлийн 5-8%-ийн алдагдал үүсч байгаа юм.

Орбитын хавтгайд коррекци хийсний дараа болон өмнө үеийн камер дахь хурдассан электроны гүйдлийн, зориулалтын Б-2ТДУ- цаасан дах мөрийн дүрс зураг-2. Мөрийн хөндлөн огтлолын хэлбэр, талбай, хоорондын зай нь резонаторын хурдасгах

завсарын фокусслалт, хурдасгах үеийн давтамж зэргийг тогтоох урвуу бодлогын өгөгдөхүүн болно /4/.

Электрон меданы хавтгайгаас байд гарах үзүүлэлт дамжуулах хоолой дах фокусслалтаар илэрхийлэгдэнэ /5/.

Бай дээрх багц электроны тусалтын хөндлөн огтлолын талбай, нягт нь дамжуулах хоолой дах харилцан перпендикуляр хавтгайд фокуслах хос линзийн байрлал ажиллагааны тохиромжтой утгаас хамаарна.

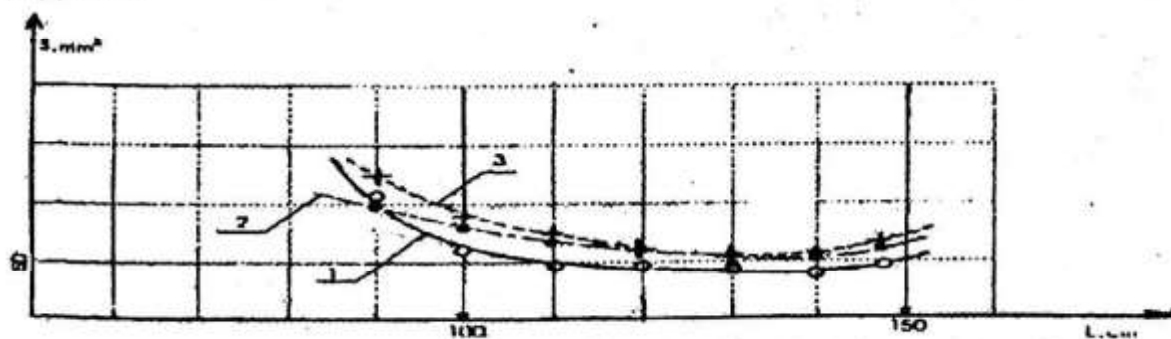


Зураг-2.

Хурдассан электроны гүйдэлийн мөр, орбитын хавтгайн шилжилт, байрлал.

3. ФОКУСЛАХ ЛИНЗИЙН ЭФФЕКТИВ БАЙРЛАЛИЙГ ТОГТООХ.

Линзийн байрлалын тохирууллагын муруйг электроны гурван хоолойд, хурдасгалтын хоёр горимд, электроны энергийн хэдэн утганд байгуулсан туршлагын дүнг зураг-3, зураг-4, зураг-5-д үзүүлэв.

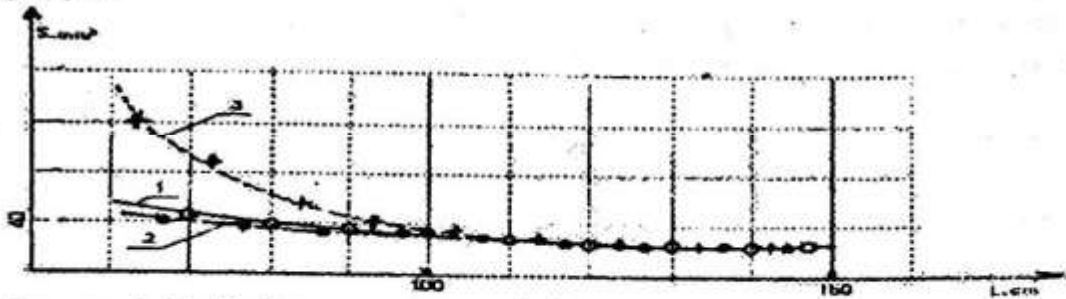


Зураг-3.

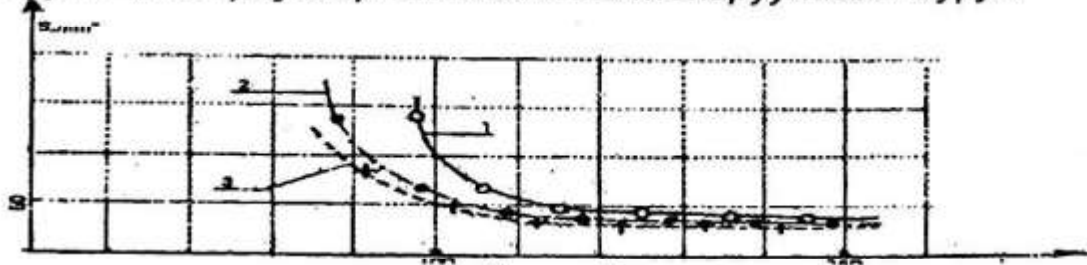
Нэгдүгээр хоолой дахь линзийн тохирууллагын муруй. 1-д 17-гоос дотогш орбитоос электрон гаргах үе.

Туршлагын дүнгээс хос линзийн эффектив байрлал хурдасгалтын горим электроны энергээс үл хамааран дамжуулах хоолой бүрд адил бай-наас 110-140см зайд байна.

Хурдассан электроны бай дээр туссан мөрийг зураг-6-д үзүүлэв

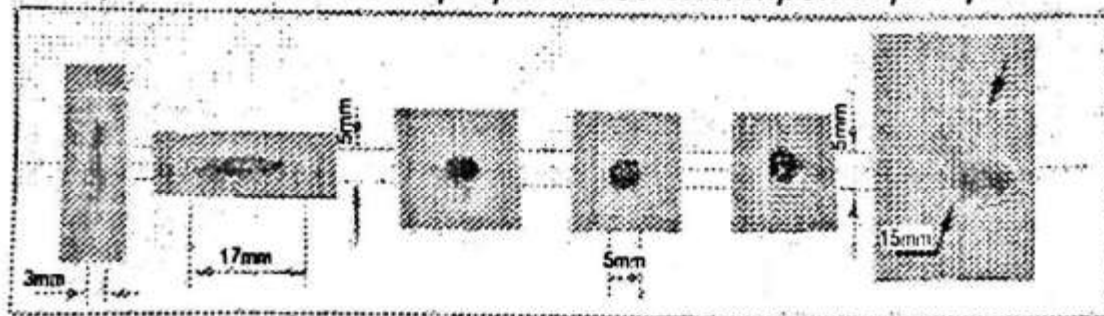


Зураг-4. Хоёрдугаар хоолой дахь тохируулагын муруй.



Зураг-5.

Гуравдугаар хоолой дахь тохируулагын муруй. 3- 19-өөс дээш, 1- 17- гоос дотор орбитоос электрон гарах үе.



а

б

Зураг-6. Хурдассан электроны гүйдлийн бай дээрх мөр. а-линз дангаараа, б-линз хосоороо ажилласан.

Нэгдүгээр байд 19-дээш, гуравдугаар байд 17-оос дотогш орбитоос орсон электроны гүйдэл харьцангуй бага фокуслагдан, гадаргаас саринал үүсч байгаа нь /6/ ажилд тодорхойлогдсон үзүүлэлтийн илрэл юм.

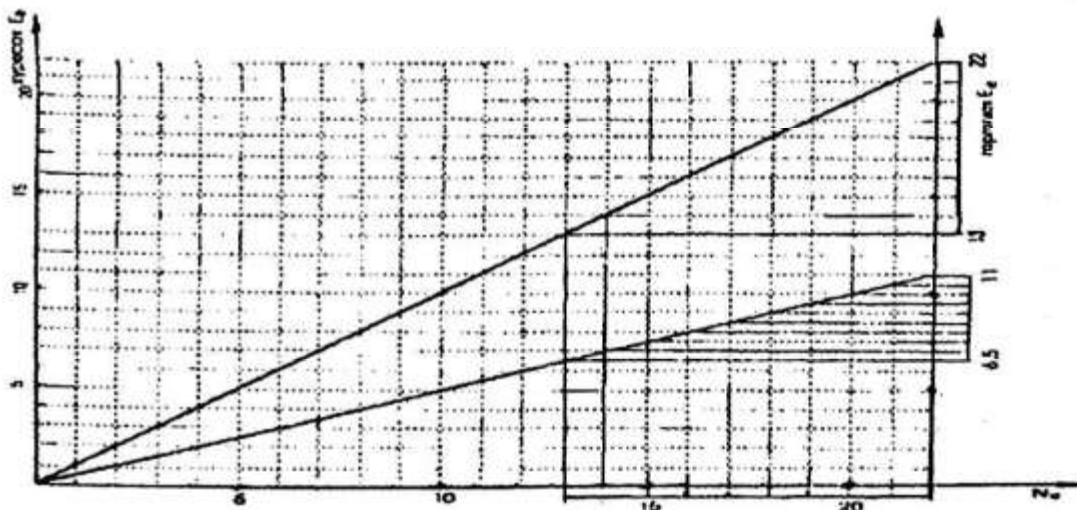
4. ТАВДУГААР ОРБИТООС ЭХЛЭН ХУРДАССАН (БАГА ЭНЕРГИТЭЙ) ЭЛЕКТРОНЫГ БАЙД ГАРГАХ.

Хурдассан электрон гаргах төхөөрөмж, электроны тохиромжтой энергийн утга, зондын гадаргийн вакуум барилт, технологийн боловсруулалт зэргээр хязгаарлагдан зөвхөн захын (13-22-р) 10 орбитоос электрон гаргах боломжтой хийгдсэн /7/.

Энэ төхөөрөмж электроны орбитын радиус азимутын дагуу, гаднаас камерт нэвтэрсэн зондуудын хөдөлгөөнөөр ажиллана. Байд гарах электроны энерги, орбитын хамааралын номограммыг зураг-6-д үзүүлэв.

Энд хурдасгалтын нэгдүгээр горимд, электрон 6,5-11Мэв, мужид 0,5Мэв, хоёрдугаар горимд 13-22Мэв мужид, 1Мэв энергийн шатлалаар байд гарч байна.

Бид бага энергийн мужид хийх судалгааны боломжийг бүрдүүлсэн, (байд 13-аас дотогш орбитоос электрон гаргах) арга /8/ дээр үндэслэн боловсруулсан, эд ангийн ажиллагаа технологийн горимыг тогтоосон юм.

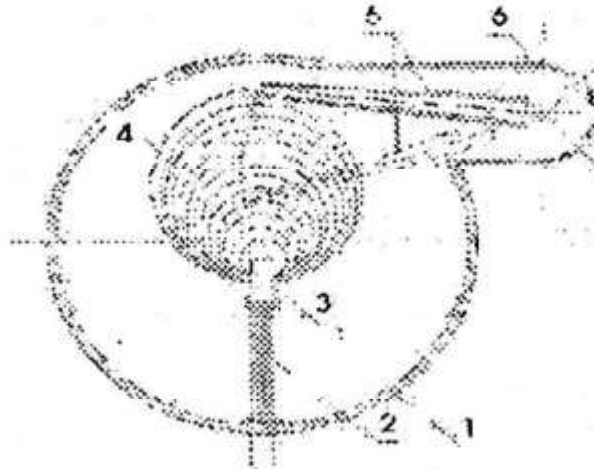


Зураг-6.

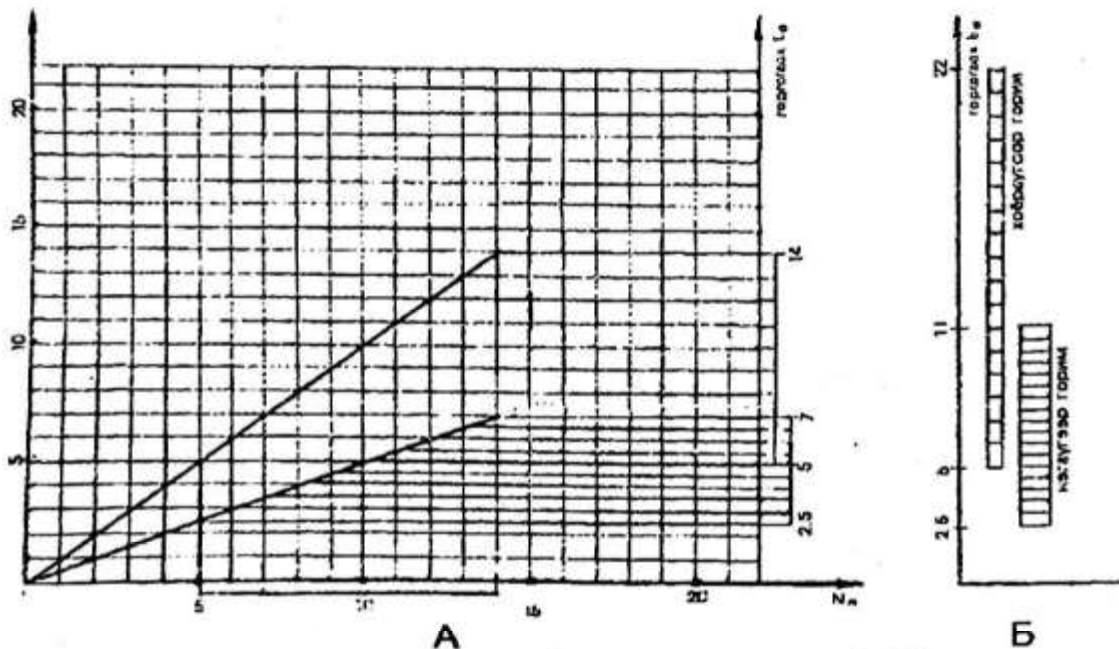
Их энергитэй электрон байд гарах орбит энергийн хамаарал.

Хурдасгах камерт резонаторын ард ЦСД-ны дамжуулах хоолойг $(\lambda/\pi) \times n$ хэмжээний оруулгаар уртасгахад резонатор камерийн төврүү шилжиж, камерт хурдсах электроны орбитын тоо 22-н болно. Гаргах төхөөрөмж (13-н)-ээс дээш захын 10 орбитоос бага энергитэй электроныг камераас гаргах боломжтой болно. Зураг-7.

$\lambda\pi$ - зэргэлдээх хоёр орбитын диаметрийн ялгавар.
 λ - хурдасгах ЦСД-ны урт.
 n - бүхэл тоо.



Зураг-7. Бага энергитэй электрон хурдасгуураас гаргах. 1-камер, 2-оруулга, 3-хурдасгах резонатор, 4-орбит, 5-гаргах механизм,



Зураг-8. А-Бага энергитэй электроны байд гарах орбит, энергийн хамаарал. Б-Хоёр горимд хурдассан электроны байд гарах энергийн хуваарь.

44x72мм хөндлөн огтлолтой ЦСД-ны хоолойн оруулгын уртын хэмжээ зөвхөн H_{010} төрлийн долгио дамжин резонаторт резонанс үүсгэх, нөгөө талаас гаргах төхөөрөмж чөлөөтэй ажиллаж боломжтой орбитын муруйлтаас хамаарч хязгаарлагдана.

Энэ тохиолдолд бидний тогтоосон оруулагын тохиромжтой урт $(\lambda\pi) \times 8$ болох ба ашиглахад хялбар хоёр хэсгээс бүрдүүлж бэлтгэв. Зураг-7.

Энэ оруулгыг тавьж ажиллуулсанаар 5-аас дээших орбитоос электрон гаргана. Хурдасгалтын хоёр горимд 2,5МэВ, 5МэВ хүртэл бага энергитэй хурдассан электроныг харгалзан 0,5МэВ, 1МэВ энергийн шатлалаар байд гаргах боломж бүрдэж байна. Номограммыг зураг-8-д үзүүлэв.

5. ДҮГНЭЛТ

1. Хурдасч байгаа электроны сарнил, камерт тогтвортой хурдасгах үзүүлэлтийг илэрхийлэх орбитын хавтгайн байрлалыг тодорхойлон шилжүүлэх боломжтой болов.
2. Хос линзийн эффефектив ажиллагааны байрлалыг тогтоосноор электроны гаралтын үеийн алдагдалыг бүрэн арилгах боломж бүрдсэн.
3. Камер болон электроны хоолойд сарнилаар алдах электроны алдагдалыг арилгах замаар гаралтын эрчмийг нэмэгдүүлж, хурдасгуур тогтвортой жигд ажиллах нөхцөлийг бүрдүүлэв.
4. Хурдасгах камерт ЦСД-ны хоолойг уртасган 5-р орбитоос эхлэн электроныг байд гаргах шинэ горимыг нэвтрүүлэн бага энергийн мужид судалгаа хийх боломжийг бүрдүүлсэн.

6. АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. С.П.Капица, В.Н.Мелехин, Микротрон, наука, Москва 1969. А.В.Доронин и др. Вертикальное движение в микротроне смалым
2. приростом энергии за борот. ЖТФ. 1987. Том 57. Вып 8, с 1544- 1547
3. В.Н.Мелехин. Вертикальная фокусировка в микротроне. ЖЭТФ, 1972, 42, 622.
4. Е.Л.Косаров. Экспериментальное исследование устойчивости ускорения электронного пучка в микротроне. ЖТФ.1971.т41,вып7, 1452-1461.

5. Э.А.Лукьяненко, В.Н.Мелехин. Система транспортировки электронного пучка, выведенного из микроотрона. ПТЭ, №4, 1986. с50-53.
6. Д.Баатархүү, А.Г.Белов, Б.Далхсүрэн, Н.Норов, нар. Электроны цикл хурдасгуур микроотрон "MT-22"-д хурдассан электроны гүйдэлийн үзүүлэлт. МУИС, ЭШБ, №9, /161/, 2003.
7. Д.Баатархүү, А.Г.Белов, Б.Далхсүрэн, Н.Норов, нар. Электроны цикл хурдасгуур микроотрон "MT-22", МУИС, ЭШБ, 1998, №4(137), х 109-119.
8. В.И.Гриднев, и др. Микроотрон с престаиваемой энергией ускоренных электронов. ПТЭ, 1987. №1, с 20-23.

Abstract

We transferred the plane of orbit to median plane in camera of electron cyclic accelerator microtron MT-22 and reduced internal scattering or loss of electrons by determination of calibration curve that is to determine the optimal location of focusing lens in the tube of emitting electrons.

By using the method of emitting electrons from fifth orbit to target we found new possibility of study in low energy region.