

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангиллын код 13.040.30

Ажлын байрны агаар. Агаарын ширхэглэгт тоосонцор дах металл ба металл төстийн агууламжийг индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометр (ICP)-ээр тодорхойлох. 3-р хэсэг: Шинжилгээ	MNS ISO 15202-3:202X
Workplace air – Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma (ICP) atomic emission spectrometry Part 3: Analysis	MNS ISO 15202-3:2014-ийн оронд

Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын ... оны .. дугаар сарын ...-ний өдрийн ... /...дугаар тушаалаар батлав.

Энэ стандартыг ... оны .. дугаар сарын ...-ны өдрөөс эхлэн мөрдөнө.

1 Хамрах хүрээ

1.1 ISO 15202 стандартын энэхүү хэсэгт ISO 15202-1 стандартад тодорхойлсон аргаар цуглуулсан агаар дах ширхэглэгт тоосонцрын дээжээс ISO 15202-2-д тодорхойлсон аргын дагуу шинжилгээний уусмал бэлдсэний дараа уг уусмалыг индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрээр шинжлэх аргыг тодорхойлсон.

1.2 ISO 15202 стандартын энэхүү хэсэг нь MNS 4990 стандартад заагдсан зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээтэй харьцуулж, ажлын байран дах металл болон металл төстийн өртөлтийн үнэлгээнд хэрэглэгдэнэ.

1.3 Доорх хүснэгтэд лавламж утгууд нь өгөгдсөн, ISO 15202-2 стандартад тодорхойлсон нэг болон түүнээс дээш дээж уусгалтын арга хэрэглэж болох мөн ISO 15202 стандартын энэхүү хэсэгт тодорхойлсон аналитик үйл ажиллагааг хэрэглэхэд тохиромжтой өвөрмөц бус металл ба металл төстийн жагсаалтыг харуулсан. Налуу үсгийн хэлбэрээр бичигдсэн металл болон металл төстийн хувьд ISO 15202-2 стандартад тодорхойлсон дээж уусгах аргын үр ашигтай байдлын мэдээлэл байхгүй.

Хүснэгт 1

Металл ба металл төстийн дээж уусгалтын үр ашигтай байдлыг харьцуулсан жагсаалт

Хөнгөн цагаан	Кальци	Магни	Селен	Вольфрам
Сурьма	Хром	Манган	Мөнгө	Уран
Хүнцэл	Кобальт	Мөнгөн ус	Натри	Ванади
Бари	Зэс	Молибден	Стронци	Иттри
Берилли	Гафни	Никель	Тантал	Цайр

хүснэгт 1-ийн үргэлжлэл

Висмут	<i>Инди</i>	Фосфор	Теллур	Циркон
Бор	Төмөр	<i>Цагаан алт</i>	Талли	
Цези	Хар тугалга	Кали	Цагаан тугалга	
Кадми	Лити	<i>Роди</i>	Титан	

Дээр дурдсан ихэнх металл болон металл төстийн удаан хугацааны өртөлтийн үнэлгээ хийхэд энэхүү үйл ажиллагаа нь тохиромжтой бөгөөд сорьц цуглуулах урсгалын хурд 2л/мин, сорьц цуглуулах хугацаа 30 мин-аас 8 цаг байх ба богино хугацааны өртөлтийн үнэлгээ хийх боломжтой үед ашиглаж болно (10.4-ийг хар).

Ач холбогдолгүй спектрийн интерференци (10.5-ийг хар) нь энэхүү үйл ажиллагааг үр дүнгүй болгодог учраас тохирох аналитик долгионы уртыг сонгоно.

2 Норматив эшлэл

ISO 648:1977, Лабораторийн шил сав – Пипетка

ISO 1042:1998, Лабораторийн шил сав - Хэмжээст колбо

ISO 3585:1998, Борсиликат шил 3.3 - Шинж чанар

ISO 3696:1987, Аналитикийн лабораторид хэрэглэгдэх ус - Тодорхойлолт ба шинжилгээний арга

ISO 8655-1, Шахуургат эзлэхүүний багаж – Хэсэг 1: Нэр томьёоны тодорхойлолт, ерөнхий шаардлага ба хэрэглэгчид өгөх зөвлөгөө

ISO 8655-2, Шахуургат эзлэхүүний багаж - Хэсэг 2: Автомат пипетка

ISO 8655-5, Шахуургат эзлэхүүний багаж - Хэсэг 5: Хуваарилагч

ISO 8655-6, Шахуургат эзлэхүүний багаж - Хэсэг 6: Хэмжилтийн алдааг тодорхойлоход хэрэглэх жингийн арга

ISO 15202-1:2000, Ажлын байрны агаар – Агаарын ширхэглэгт тоосонцор дах металл болон металл төстийг индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрээр тодорхойлох - Хэсэг 1: Сорьц цуглуулалт

ISO 15202-2:2001, Ажлын байрны агаар – Агаарын ширхэглэгт тоосонцор дах металл болон металл төстийг индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрээр тодорхойлох - Хэсэг 2: Дээж бэлтгэл

3 Нэр томьёоны тодорхойлолт

3.1 Ерөнхий тодорхойлолт

3.1.1

Химийн бодис

байгаль дээр оршдог, эсвэл үйлдвэрлэлийн явцад үүсэж бий болж буй, санамсаргүй бий болгосон эсвэл худалдаалагдаж буй эсэх, цэвэр эсвэл холигдсон ямар нэгэн химийн элемент болон нэгдэл

3.1.2**Хэмжих үйл ажиллагаа**

агаар дах химийн бодисуудын сорьц цуглуулах, зөөвөрлөх, хадгалах, шинжлэх үйл ажиллагаа

3.1.3**Цагт жинлэсэн дундаж агууламж**

лавламж хугацаанд дунджилсан атмосфер дэх химийн бодисын агууламж

3.1.4**Лавламж утга**

агаар дах химийн бодисын агууламжийн лавлах түвшин

3.1.5**Лавламж хугацаа**

тухайн химийн бодисын лавламж утгыг тооцож тодорхойлсон хугацаа

3.1.6**Ажлын байр**

иргэн, ажилтны гүйцэтгэх ажил үүрэгтэй холбоостойгоор хүрэлцэн очих ёстой ажил олгогчийн шууд ба шууд бус хяналтын дор байх бүх байрыг

3.2 Аналитикийн тодорхойлолт**3.2.1****Хоосон уусмал**

адил дээж уусгалтын аргаар бэлтгэсэн урвалжийн хоосон, лабораторийн хоосон, талбарын хоосон уусмал

3.2.2**Тохируулгын хоосон уусмал**

эх уусмал эсвэл ажлын уусмал агуулаагүй тохируулгын уусмал

3.2.3**Тохируулгын уусмал**

шинжилгээний багажид ашиглахад тохиромжтой концентрацитай тодорхойлох гэж буй бодисыг агуулсан шингэрүүлсэн эх эсвэл ажлын уусмал

3.2.4**Талбарын хоосон**

дээжийн адил боловсруулалт хийсэн, сорьц цуглуулалтад ашиглаагүй өөрөөр хэлбэл сорьцлогчид уг шүүлтүүрийг хийж сорьц цуглуулах байрлал руу тээвэрлэсний дараа

лабораторид шинжилгээ хийх шүүлтүүр

3.2.5

Лабораторийн хоосон

сорьц цуглуулах зорилгоор хэрэглэсэн багц шүүлтүүрүүдээс авсан шүүлтүүр буюу лабораториос гаргаагүй шүүлтүүр

3.2.6

Шугаман динамик хязгаар

аналитийн тохируулгын муруй шугаман байх агууламжийн хязгаар

3.2.7

Урвалжийн хоосон

лабораторийн хоосон, талбарын хоосон, дээж уусмалуудыг бэлдэхэд ашигласан урвалж бодисыг адил хэмжээгээр агуулсан уусмал

3.2.8

Дээж уусгалт

дээж дэх тодорхойлох гэж буй шинжлэгдэхүүнийг агуулсан уусмалыг гарган авах үйл ажиллагаа

3.2.9

Дээж бэлтгэл

дээжийн хадгалалт болон тээвэрлэлтийн дараа дээжийг шинжилгээнд бэлтгэх, шаардлагатай үед шинжлэгдэхүүн хэмжигдэхүйц болгох үйл ажиллагаа

3.2.10

Дээж уусмал

дээж уусгалтын аргаар дээжээс бэлтгэсэн уусмал

3.2.11

Эх стандарт уусмал

үндэсний стандартын дагуу баталгаажсан агууламжид шинжлэгдэхүүнийг агуулж буй ажлын стандарт уусмал болон тохируулгын уусмал бэлдэхэд ашигладаг уусмал

3.2.12

Сорилтын уусмал

шинжилгээнд бэлэн болсон, бүх шаардлагатай үйл ажиллагааг дамжин өнгөрсөн хоосон болон дээж уусмал

3.2.13

Ажлын стандарт уусмал

эх стандарт уусмалыг шингэрүүлэн бэлдсэн уусмал

3.3 Индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрийн тодорхойлолт

3.3.1**Хэвтээ тэнхлэгийн плазм, эгц плазм**

оптик мэдрэгч системийн тусламжтайгаар харах боломжтой плазм

3.3.2**суурь түвшний засвар**

спектрийн суурь нөлөөллийг арилгах зорилготой аналитик долгионы уртын эрчмийг тохируулах үйл ажиллагаа

3.3.3**суурь эквивалент агууламж**

аналитик долгионы уртад суурь цацаргалтын дохиотой эквивалент цацаргалтын эрчмийн дохионд харгалзах аналитийн агууламж

3.3.4**зэврэлд тэсвэртэй дээж оруулах төхөөрөмж**

хайлуурын хүчилд тэсвэртэй шүршигч, цацагч камер, дөл үүсгэгч хоолойноос бүтсэн төхөөрөмж

3.3.5**өдөөлтийн интерференц**

плазм руу сорилтын болон тохируулгын матриц уусмалуудыг оруулах үед плазмын нөхцөл нь матрицын интерференцээс шалтгаалан өөрчлөгдсөнөөс үүдэх мэдрэг чанарын өөрчлөлт

3.3.6**индукцийн холбоост плазмын дөл**

индукцийн холбоост плазм руу дээжийг оруулахад ашиглагддаг эд анги

3.3.7**индукцийн холбоост плазм**

радио давтамжаар үүсгэсэн хувьсах соронзон оронд аргоны урсгалыг маш нарийн спираль хоолойгоор явуулж өндөр температур үүсгэх

3.3.8**үүсгэгч, үүсгэгч хоолой, төв хоолой**

аэрозоль төлөвт орсон дээж плазм руу орох тэр хэсгийн хоолой

3.3.9**дотоод аргоны урсгал, шүршигч аргоны урсгал, дээж аргоны урсгал**

аэрозоль төлөвт орсон дээжийг шүршигчээр дамжин плазм руу зөөвөрлөгч аргон хийн урсгал

3.3.10**дотоод элементийн засвар, интерференц засвар**

бохирдуулагч элементийн цацрагийг янз бүрийн долгионы уртад хэмжсэний дараа аналитийн цацаргалтаас бохирдуулагчийн цацаргалтыг хасах үйл явц

3.3.11**завсрын аргоны урсгал, төгсгөлийн аргоны урсгал**

индукцийн холбоост плазмын дөлийн төвийн ба завсрын хоолой хоорондын аргон хийн урсгал урсгал

3.3.12**дотоод стандарт, лавлах элемент**

матрицын интерференцийг засах, хэмжилтийн нарийвчлалыг дээшлүүлэх зорилгоор ашигласан шинжилгээний дээжин дэх аналит бус элемент

3.3.13**дотоод стандартчилал, лавлах элементийн техник**

матрицын интерференцийг засварлахын тулд дотоод стандартын дохиог ашиглах техник

3.3.14**дамжуулах спираль хоолой**

радио давтамжийн генераторын индукцийн холбоост энергийг плазм руу шилжүүлэхэд ашигладаг радио давтамжийн генератортай холбогдсон индукцийн холбоост плазмын дөлийг ороосон хоолой

3.3.15**матрицын интерференц, матриц нөлөө, спектрийн бус интерференц**

тохируулгын ба сорилтын уусмалын матрицын ялгаанаас шалтгаалсан спектрийн бус интерференц

3.3.16**матриц зохицол**

шинжилгээний үр дүнд матрицын интерференцийн нөлөөг бууруулахад ашигладаг техник буюу сорилтын уусмалд агуулагдах хүчил, гол бодисуудын агууламжид нийцүүлэн тохируулгын уусмалыг бэлдэх

3.3.17**шүршигч**

шингэнийг аэрозоль төлөвт оруулдаг эд анги

3.3.18**гадаад аргоны урсгал, плазмын аргоны урсгал, хөргөх аргоны урсгал**

индукцийн холбоост плазмын дөлийн завсрын ба гадаад хоолой хоорондын аргон хийн урсгал

3.3.19**даралтат шүршигч**

өндөр хурдны хийн урсгал ашиглаж шингэнийг аэрозоль төлөвт оруулдаг эд анги

3.3.20**босоо тэнхлэгийн плазм**

оптик мэдрэгч төхөөрөмжийн тусламжтайгаар хажуугаас харах боломжтой плазм

3.3.21

цацагч камер

аэрозоль дуслыг хэмжээгээр нь ялгах зориулалттай, тохирсон хэмжээнээс зөрсөн дуслуудыг хатаах эсвэл хаягдлын хэсэг рүү оруулах, тохирсон хэмжээтэй дуслуудыг плазм руу оруулах, шүршигч болон индукцийн холбоост плазмын дөлийн хооронд байрлах эд анги

3.3.22

спектрийн интерференц

тодорхойлох гэж буй аналитаас бусад бодисуудын цацаргалтаас шалтгаалсан интерференци

3.3.23

зөөвөрлөлтийн интерференц, зөөвөрлөлтийн нөлөө

зуурамтгай чанарын зөрүүнээс шалтгаалсан матрицын интерференц буюу тохируулгын ба сорилтын уусмалуудын нягт, гадаргуугийн таталцлын хүчний зөрүү нь шүршигчийн үр ашигт нөлөөлснөөр плазмд хүрэх аналитийн хэмжээнд гарах ялгаа

3.3.24

хэт авиан шүршигч

хэт авиан давтамж бүхий гадаргуугаар шингэнийг нэвчүүлж, аэрозоль төлөвт оруулах шүршигч

3.3.25

харах өндөр, ажиглалтын өндөр

босоо тэнхлэг дэх цацрагийн хэмжилт эхэлж буй байрлал

3.3.26

х-у тэнхлэгийн голлуулалт

плазмын зөвхөн төв хэсгийн цацаргалтыг хэмжих зорилгоор хамгийн тохиромжтой харах нөхцөлд хэвтээ тэнхлэгийн плазмын босоо болон хэвтээ тэнхлэгийг тохируулах

4 Аргын үндэслэл, зарчим

4.1 ISO 15202-1 стандартад тодорхойлсон аргыг ашиглан агаарын ширхэглэгт тоосонцор дах металл ба металл төстийг цуглуулна.

4.2 ISO 15202-2 стандартад тодорхойлсон дээж уусгалтын аргуудын аль нэгийг нь ашиглан шүүлтүүрт цуглуулсан дээжийг боловсруулалт хийж тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийг уусгана.

4.3 Ууссан металл ба металл төстийн дээж уусмалыг ISO 15202-3 стандартын энэхүү хэсэгт тодорхойлсон индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрийн аргаар шинжилж металл ба металл төстийг тодорхойлно.

5. Шаардлага

Хэмжих үйл ажиллагаа (ISO 15202-1, ISO 15202-2 ба ISO 15202-3 хамрагдсан) нь

холбогдох Олон улсын, Европын буюу Үндэсний стандартад заасан ажлын байрны агаар дах химийн бодисыг хэмжих үйл ажиллагааг гүйцэтгэх шаардлагад нийцсэн байна.

6. Урвалж бодис

Шинжилгээнд зөвхөн шинжилгээний цэвэршилт бүхий урвалж бодис, 6.1-д тодорхойлсон усыг хэрэглэнэ.

6.1 Ус, ISO 3696-ийн шаардлага хангасан 2-р зэргийн цэвэршилттэй ус (цахилгаан дамжуулах чанар 0.1 мС/м, эсэргүүцэл нь 250С-д 0.01 МΩ*м)

6.2 Аммонийн цитратын шүлтлэг уусмал, 17 г/л (NH₄)₂HC₆H₅O₇, 5г/л C₆H₈O₇.H₂O ISO 15202-2:2001-ийн В.4.2-т заасны дагуу хийнэ

6.3 Эрдэс хүчлүүд, концентрацитай

6.3.1 Азотын хүчил, HNO₃ конц(70%), нягт нь 1.42 г/мл

6.3.2 Давсны хүчил, HCl конц (36%), нягт нь 1.18 г/мл

6.3.3 Хүхрийн хүчил, H₂SO₄ конц (98%), нягт нь 1.84 г/мл

6.3.4 Перхлорын хүчил, HClO₄ конц (70%), нягт нь 1.67 г/мл

6.3.5 Хайлуурын хүчил, HF конц (48%), нягт нь 1.16 г/мл

6.4 Азотын хүчил, 10%-ийн уусмал

6.5 Үндсэн стандарт уусмал

6.5.1 Нэг элементийн эх стандарт уусмал

6.5.1.1 Нэг элементийн худалдаалагддаг, баталгаажсан агууламжтай стандарт уусмалыг ашиглаж тохируулгын уусмалыг бэлтгэнэ. 1000-10000 мг/л агууламжтай стандарт уусмалыг хэрэглэдэг. Стандарт уусмалын дуусах буюу хадгалах хугацааг мөрдөнө.

6.5.1.2 Маш өндөр цэвэршилттэй металл болон тэдгээрийн давсаар нэг элементийн эх стандарт уусмалыг бэлтгэнэ. Эх стандарт уусмалыг тохиромжтой саванд (хуванцар сав) хамгийн ихдээ 1 жил хадгална.

6.5.2 Олон элементийн эх стандарт уусмал

Олон элементийн худалдаалагддаг, баталгаажсан агууламжтай стандарт уусмалыг ашиглаж тохируулгын уусмалыг бэлтгэнэ. Энэ төрлийн стандарт уусмал нь хэмжих цацаргалтын шугамуудын мэдрэг байдлаас хамаарч 10-1000 мг/л металл болон металл төстийг агуулдаг. Стандарт уусмалын дуусах буюу хадгалах хугацааг мөрдөнө.

6.6 Тохируулгын уусмал

6.6.1 Ажлын стандарт уусмалаар тохируулгын уусмалыг бэлдэх ба энэ төрлийн

стандарт уусмал нь хэмжих цацаргалтын шугамуудын мэдрэг байдлаас хамаарч 1-100 мг/л металл болон металл төстийг агуулдаг. Нарийвчлал бүхий пипеткаар нэг элемент (6.5.1)-ийн ба олон элемент (6.5.2)-ийн эх уусмалаас зохих эзлэхүүнийг соруулан авч хаягжуулсан хэмжээст колбонд (7.1.2) хийнэ. Дараа нь аналитыг тогтворжуулахын тулд тохиромжтой эрдэс хүчил (6.3)-ээс зохих эзлэхүүнийг нэмж өгнө. Хэмжээст колбонд нэрмэл ус (6.1) нэмээд таглаад эргүүлэн холино. Дараа нь тасалгааны температур хүртэл хөргөөд хэмжээст колбоны хэмжээс хүртэл нэрмэл ус хийж таглаад эргүүлэн холино. Уг стандарт уусмалыг тохиромжтой саванд хийж 1 сар хадгална. Химийн шинж чанарын хувьд таарч, тохирох байдал, спектрийн саад болох хүчин зүйлээс зайлсхийхийн тулд ажлын стандарт уусмалыг маш анхааралтайгаар бүлэглэж сонгоно. Тогтворжилтыг хангахын тулд эрдэс хүчлийн төрөл ба хэмжээг маш анхааралтайгаар сонгоно.

6.6.2 Тохируулгын уусмал нь тохируулгын хоосон уусмал, хамгийн багадаа хоёр өөр тохируулгын уусмалаас бүрдэнэ. Энэхүү уусмалууд нь тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн нийцсэн агууламжийн хязгаарт байна. Тохируулгын уусмалын бүрдлийг бэлтгэхдээ ажлын стандарт уусмал (6.6.1) эсвэл эх стандарт уусмал (6.5)-аас зохих хэмжээгээр нарийвчлал бүхий пипеткаар соруулан авч хаягжуулсан 100 мл-ийн хэмжээст колбонд (7.1.2) хийнэ. Тохируулгын уусмал, сорилтын уусмал бэлдэхэд шаардагдах хэмжээ (энэ дэд бүлгийн дараагийн 2 догол мөрнөөс хар)-ээр нь ижил урвалж бодис нэмж өгнө. Хэмжээст колбонд нэрмэл ус (6.1) нэмж таглаад эргүүлэн холино. Дараа нь хөргөөд хэмжээст колбоны хэмжээс хүртэл нэрмэл ус хийж таглаад эргүүлэн холино. Тохируулгын уусмалуудыг өдөр болгон шинээр бэлдэнэ.

Дээж уусгалтын аргаас хамаарч тохируулгын болон сорилтын уусмалыг матрицад тохируулж урвалжийн төрөл, эзлэхүүнийг сонгоно. Хүснэгт 1-д ISO 15202 стандартад тодорхойлсон янз бүрийн дээж уусгах аргын дагуу сорилтын уусмалыг матрицад тохируулах мэдээллийг харуулав. Гэсэн хэдий ч тохируулгын уусмалыг бэлдэхэд ашигласан эх стандарт уусмал дах нийт хүчлийн агууламжийг анхааралдаа авах шаардлагатай.

Хүснэгт 2

Матрицад тохирсон тохируулгын уусмал бэлдэх урвалж бодисууд

Дээж уусгалтын арга	Матрицад тохирсон тохируулгын уусмал бэлдэх урвалж бодисууд
ISO 15202-2:2001, B.6.1.2	10 мл азотын хүчил (6.3.1)
ISO 15202-2:2001, B.6.1.3	10 мл аммоны цитратын шүлтлэг уусмал(6.2)
ISO 15202-2:2001, Хавсралт C	4 мл азотын хүчил (6.3.1) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)
ISO 15202-2:2001, Хавсралт D	20 мл азотын хүчил (6.3.1)
ISO 15202-2:2001, Хавсралт E 4	4 мл хүхрийн хүчил (6.3.3) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)
ISO 15202-2:2001, Хавсралт F	4 мл перхлорын хүчил (6.3.4) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)
ISO 15202-2:2001, G.6.1	20 мл азотын хүчил (6.3.1)
ISO 15202-2:2001, G.6.1 ба G.6.5	20 мл азотын хүчил (6.3.1) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)

хүснэгт 2-ын үргэлжлэл

ISO 15202-2:2001, G.6.2	16 мл азотын хүчил (6.3.1) ба 4 мл перхлорын хүчил (6.3.4)
ISO 15202-2:2001, G.6.2 ба G.6.5	16 мл азотын хүчил (6.3.1), 4 мл перхлорын хүчил (6.3.4) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)
ISO 15202-2:2001, G.6.3	20 мл азотын хүчил (6.3.1) эсвэл 16 мл азотын хүчил (6.3.1) ба 4 мл перхлорын хүчил (6.3.4)
ISO 15202-2:2001, G.6.3 ба G.6.5	20 мл азотын хүчил (6.3.1) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2) эсвэл 16 мл азотын хүчил (6.3.1), 4 мл перхлорын хүчил (6.3.4) ба 20 мл давсны хүчил (6.3.2)

Кварц ширхэглэгтэй шүүлтүүрийг ашиглан цуглуулсан дээжүүдийг ISO 15202- 2:2001-ийн хавсралт D,G-д тодорхойлсон хайлуурын хүчлийн оролцоотой дээж уусгалтын аргаар сорилтын уусмалыг бэлтгэсэн тохиолдолд тохируулгын уусмалыг хайлуурын хүчлээр матрицад тохируулна. Ерөнхийдөө хайлуурын хүчлээр матриц тохируулахаас зайлсхийх хэрэгтэй (8.1.12.1). Гэвч кварц ширхэглэгтэй шүүлтүүрийг ашигласан үед сорилтын уусмалд өндөр концентрацитай цахиур (хөнгөн цагаан, кальци, натри) сорилтын уусмалд үүсэх үед ашиглах шаардлагатай. Ажлын стандарт уусмал (6.6.1) эсвэл эх стандарт уусмал (6.5)-аас тохирох хэмжээгээр ISO 15202-2:2001-ийн холбогдох хавсралтад тодорхойлсон дээж уусгах аргаар ашиглаагүй кварц ширхэглэгтэй шүүлтүүрт нэмж тохируулгын уусмал бэлдэнэ. Ийм тохиолдолд лабораторийн хуванцар савнууд нь хайлуурын хүчилтэй зохицож байхаас гадна зэвэрдэггүй дээж оруулах төхөөрөмжийг хэрэглэнэ.

6.7 Дотоод стандартад нэмэх нэг элементийн эх стандарт уусмал

6.7.1 Шалгалтын уусмал нь дотоод стандарт элемент агуулахыг (8.1.13.1-г харна уу) шаардаж байгаа тохиолдолд худалдааны нэг элементийн стандарт уусмал эсвэл сорилтын уусмал бэлдэх уусмалуудыг ашиглана. Стандарт уусмал нь тохиромжтой агууламжтай тухайлбал 10000 мг/л дотоод стандартад ашиглагдах элементүүдийг багтаана. Дотоод стандарт элемент нь сорилтын уусмалын матрицтай тохирч байх ёстой. Дотоод стандартад нэмэх нэг элементийн эх стандарт уусмал нь тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстэй нийцэх ёстой (8.1.13.2-г харна уу). Уусмалын дуусах, хадгалах хугацааг мөрдөнө.

6.7.2 Маш өндөр цэвэршилттэй металл болон тэдгээрийн давснаас нэг элементийн эх стандарт уусмалаас бэлтгэнэ. Тухайн шинжилгээний зорилгод тохируулан уусмалуудыг бэлдэх ба багаж тоног төхөөрөмжийн тохиргоо нь үндэсний стандартын дагуу хийгдэнэ.

6.8 Интерференц шалгагч уусмал

Интерференц үүсгэгч нэг бүрд 50-200 мг/л агууламж бүхий интерференц шалгагч уусмал бэлдэж дотоод элементийн засвар (8.1.8.1-г хар)-ыг хийнэ. Нарийвчлал бүхий пипеткаар нэг элементийн эх стандарт уусмал (6.5.1)-аас тохирох хэмжээгээр соруулан авч хаягжуулсан хэмжээст колбонд (7.1.2) хийнэ. Хэмжээст колбонд нэрмэл ус (6.1) нэмээд таглаад эргүүлэн холино. Дараа нь хөргөөд хэмжээст колбоны хэмжээс хүртэл нэрмэл ус хийж таглаад эргүүлэн холино. Энэхүү уусмалыг хуванцар саванд 1

жил хүртэл хугацаагаар хадгална.

6.9 Лабораторийн угаагч уусмал, үйлдвэрлэгчээс гаргасан зааврын дагуу усаар шингэлсэн лабораторийн шил сав, дээж авагчийг цэвэрлэхэд зориулагдсан лабораторийн зориулалттай угаагч бодис.

6.10 Аргон, индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометрт ашигладаг.

7. Лабораторийн тоног төхөөрөмж

7.1 Шил аяга

7.1.1 Хэмжээст пипетка

7.1.2 Хэмжээст колбо

7.2 Шахуургат эзлэхүүний багаж

7.3 Хуванцар сав

7.4 Индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектр

8. Үйл ажиллагаа

8.1 Арга боловсруулалт

8.1.1 Ерөнхий хэсэг

ISO 15202-2 стандартын дагуу бэлтгэсэн агаарын ширхэглэгт тоосонцрын сорилтын уусмалыг индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрийн багажтай ашиглахад тохиромжтой шинжлэх аргыг боловсруулж бататгана.

8.1.2 Тоон тодорхойлолтын хязгаарт тавигдах шаардлага

Тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн хувьд тухайлсан хэмжилтийн зорилгод нийцүүлэн аналитик лавламж доод утгыг шаардлага хангасан хэмжээнд тодорхойлно.

8.1.3 Ач холбогдол бүхий спектрийн интерференц

Хэмжилтийн зорилгын нөхцөл байдалд ямар нэгэн мэдэгдэж буй спектрийн интерференцийг авч үзэх хэрэгтэй. Ашигтай аналитик долгионы урт бүрийн талаар хэвлэгдсэн мэдээлэл болон өнгөрсөн туршлагаас лавлагаа авах ба интерференцийн хэмжээ, интерференц үүсгэгчийн харьцангуй хязгаар утгууд болон тодорхойлох гэж буй металл, металл төстийн хооронд харилцан холбоо байгаа эсэхийг анхаарах хэрэгтэй.

8.1.4 Плазмын хэвтээ болон босоо тэнхлэг

Плазмын хэвтээ ба босоо тэнхлэгтэй эсвэл плазмын хэвтээ болон босоо тэнхлэгээр хамтад нь тоноглогдсон багаж хэрэглэж байвал хэмжилтийн зорилгод нийцүүлэн плазмын тэнхлэгийг сонгоно. Зарим аналитик долгионы уртад плазмын хэвтээ тэнхлэгийг ашиглан хэмжилт хийх тохиромжтой байдаг бол эсрэгээрээ бусад аналитик долгионы уртад плазмын босоо тэнхлэгийг ашиглан хэмжилт хийх тохиромжтой байдаг байна.

8.1.5 Дээж оруулах төхөөрөмж

Дээж оруулах төхөөрөмжийн төрлийг сонгоход сорилтын уусмалын матрицын шинж чанар болон мэдрэг чанарыг харгалзан үзнэ.

8.1.6 Аналитик долгионы урт

8.1.6.1 Тодорхойлох гэж буй металл болон металл төст бүрийн хувьд нэг буюу түүнээс олон цацаргалтын шугамыг сонгож хэмжилтийг хийдэг. Багаж тухайн долгионы уртад ажиллах эсэх, долгионы уртын суурь эквивалент концентраци болон шаардлагатай тоон тодорхойлолтын хязгаар (8.1.2-г харна уу), хэмжилтийн зорилго (8.1.3-г харна уу)-ын нөхцөлд ач холбогдол бүхий спектрийн интерференцийг харгалзан үзнэ. Илүү мэдрэг шугамууд нь ихэвчлэн тохиромжтой байдаг боловч шууд спектрийн давхцал, олон тооны эрчмийн тархцаас үүдсэн нийлмэл суурь шилжилт, үндсэн цацаргалтын шугамын ойр байрлаж буй шугам зэргээс зайлсхийх хэрэгтэй. Арга боловсруулах үед гарч ирж буй ямар нэгэн тодорхойлогдоогүй асуудлыг шалгах зорилгоор аналит бүрийн хувьд нэгээс дээш шугамыг ашиглана.

8.1.6.2 Ямар нэгэн аналитийн хувьд нэгээс олон цацаргалтын шугам ашиглаж хэмжилт хийсэн бол үр дүнгийн тайланг илтгэх протокол хөтөлнө. Протоколыг доорх байдлаар хөтөлнө. Үүнд: Хэрвээ хоёр аналитик долгионы уртыг сонгосон бол үр дүнгийн дунджийг илтгэнэ. Хэрвээ гурван аналитик долгионы уртыг сонгосон бол хамгийн ойр утгатай хоёр үр дүнгийн дунджийг илтгэнэ. Дөрвөн долгионы уртыг сонгосон бол хамгийн ойр утгатай гурван үр дүнгийн дунджийг илтгэнэ.

8.1.7 Суурь түвшний засвар

Плазм руу тохируулгын хоосон уусмал, тохируулгын уусмал, дээж сорилтын уусмалыг соруулан оруулж сонгосон аналитик долгионы урт нэг бүрийн спектрийн шалгалтыг хийнэ. Спектрийн шугамын дүрслэлийг шалгах ба суурь түвшний засвар хийх цэгүүдийг сонгоно. Энгийн суурь түвшний шилжилтийн засварыг хийхдээ нэг цэгийн хэмжилт хийнэ. Аналитийн шугамын хоёр талаас 0.5 нм байвал өгөгдсөн хязгаарт шилжилт тогтмол байна. Хоёр цэгийн хэмжилт хийж суурь түвшний шилжилтийн хазайлтыг засварладаг.

8.1.8 Элемент хоорондын засвар

8.1.8.1 Хэрвээ тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн сонгосон аналитик долгионы урт нь шууд спектрийн давхцал эсвэл нийлмэл суурь түвшний шилжилттэй

байвал элемент хоорондын засварыг хийнэ (8.1.3-г харна уу). Шаардлагатай үед интерференц засварын хүчин зүйлийг боловсруулж ашиглана. Хэрвээ багаж шаардлагатай программ хангамжтай тохиолдолд химометрик техникийг ашиглаж элемент хоорондын засварыг хийж гүйцэтгэнэ.

8.1.8.2 Элемент хоорондын засвар ашигласан тохиолдолд интерференц үүсгэгч (6.8) бүрд интерференц шалгагч уусмалыг бэлтгэж шинжилнэ (8.3.3.4-г харна уу).

8.1.9 Плазмын нөхцөл

8.1.9.1 Плазм, нэмэлт ба шүршигч хийн урсгалууд

Хэвийн нөхцөлд үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн хийн урсгалыг ашиглах нь олон элементийн шинжилгээ хийхэд хамгийн тохиромжтой. Гэвч шаардлагатай гэж үзвэл өвөрмөц хэрэглээнд шүршигч хийн урсгалыг тохируулан хэрэглэж болно.

8.1.9.2 Радио давтамжийн хүч

Хэвийн нөхцөлд үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн радио давтамжийн хүч ашиглах нь олон элементийн шинжилгээ хийхэд хамгийн тохиромжтой. Гэвч шаардлагатай гэж үзвэл өвөрмөц хэрэглээнд радио давтамжийн хүчийг тохируулан хэрэглэж болно.

8.1.9.3 Тэнхлэгийн өндөр (Плазмын босоо тэнхлэг)

Хэвийн нөхцөлд үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн тэнхлэгийн өндрийг ашиглах нь олон элементийн шинжилгээ хийхэд хамгийн тохиромжтой. Гэвч шаардлагатай гэж үзвэл өвөрмөц хэрэглээнд тэнхлэгийн өндрийг тохируулан хэрэглэж болно.

8.1.10 Багажийн ажиллагааны параметрууд

Багаж үйлдвэрлэгчийн зааварчилгааг баримтлах ба ажиллагааны параметр нь багажийн загвар, төрлөөс хамаарна. Бусад холбогдох багажийн ажиллагааны параметруудийн тохиромжтой тохиргоог тодорхойлно. Фото олшруулагч хоолойн хүчдэл, интеграци хугацаа, интеграциудын үзүүлэлт, x-y тэнхлэгийн голлуулалт буюу дөлийн өндрийн тохируулга гэх мэт багажийн ажиллагааны параметруудийн үзүүлэлтийг тухайн нөхцөл байдалд тохируулах хэрэгтэй байж болох юм.

8.1.11 Дээж оруулах систем

8.1.11.1 Үйлдвэрлэгчээс зөвлөсөн шүршигчийн дээж оруулах хурдыг ашиглана. Дохионы эрчим болон дээж оруулах хурд хоорондын тохиромжтой нөхцөлийг тооцож, дээж оруулах хурдыг тохируулан ашиглаж болно.

8.1.11.2 Тохиромжтой зайлах хугацаа, зайлах хурд болон унших саадыг ашиглана. Хэмжилт хооронд аналитийн их хэмжээний шилжилт байлгахгүйн үүднээс шалгана.

8.1.12 Тохируулгын уусмал

8.1.12.1 Матриц зохицол

Сорилтын уусмал тохируулгын уусмалын матрицтай хэр зохицохыг сонгоно. Дотоод стандарт ашиглаагүй тохиолдолд хэрвээ боломжтой бол тохируулгын уусмал нь хайлуурын хүчил агуулаагүй байхаар тохируулгын уусмалыг сорилтын уусмалын матрицтай ижил байлгана (6.3.5-ийг хар). Дотоод стандарт ашигласан ч матриц зохицолтой байх ёстой. ISO 15202-2 стандартын дагуу хайлуурын хүчил агуулсан сорилтын уусмал бэлтгэсэн бол уг хайлуурын хүчилтэй ижил концентрацитай азотын хүчлийг ашиглаж тохируулгын уусмалыг бэлдэнэ. Нэгээс хоёр тохиолдолд (6.6.2-ийн догол мөр 3-ийг хар) үр дүнд ач холбогдолгүй нөлөө үүсэж болно.

8.1.12.1 Тохируулгын хязгаар

Тухайлсан ажиллагааны нөхцөлд (8.1.1-8.1.11) сонгосон аналитик долгионы урт (8.1.6-г харна уу) бүрд туршилт хийж шугаман динамик хязгаарыг тодорхойлно. Дараа нь аналитийн концентрацийн хязгаарыг сонгож тохируулгын уусмалыг бэлдэнэ (6.6.2-г хар). Өвөрмөц аналитад нэгээс дээш аналитик долгионы уртыг ашиглах үед концентрацийн хамрах хязгаарыг анхаарах хэрэгтэй.

8.1.13 Дотоод стандарт ашиглах

8.1.13.1 Дотоод стандарт, спектрийн бус интерференцийг засварлах (шилжилтийн ба өдөөлтийн интерференц) эсвэл нарийвчлалыг дээшлүүлэх эсэхийг сонгох шаардлагатай. Доор дурдсан удирдамжийг анхаарна уу. Үүнд:

A) Тохируулгын болон сорилтын уусмал хоорондын матриц зохицоогүйгээс шинжилгээний явцад тохиолдож болох шүршигчийн үр ашгийн өөрчлөлтөөс үүдэн бий болсон шилжилтийн интерференцийг засварлахад нэг дотоод стандартыг ашиглаж болно.

B) Тохируулгын болон сорилтын уусмал хоорондын матриц зохицоогүйгээс шинжилгээний явцад хүчин чадал болон хийн урсгалын хэлбэлзлийн улмаас плазмын нөхцөлийн өөрчлөлтөөс үүдэн бий болсон өдөөлтийн интерференцийг засварлахад дотоод стандартуудыг ашиглаж болно. Гэвч хэд хэдэн дотоод стандарт ашиглах ба аналитийн цацаргалтын шугам болон дотоод стандартын цацаргалтын шугамууд ойр байх долгионы уртыг сонгох хэрэгтэй.

C) Дотоод стандартыг ашигласнаар дээж оруулалттай холбоостой саадыг бууруулах замаар багажуудын аналитик нарийвчлалыг дээшлүүлж болдог. Гэвч хатуу төлөв илрүүлэгч системтэй зарим багажуудад интеграци нь цацаргалтын эрчмээс хамаардаг. Эдгээр багажуудад аналит ба дотоод стандартын цацаргалтын шугамууд нь адил эрчимтэй байж аналитик нарийвчлалыг дээшлүүлэх боломжтой болно.

D) Ерөнхийдөө матриц зохицоогүйгээс болж дотоод стандарт ашиглан зөөвөрлөлтийн болон өдөөлтийн интерференцийг засварласнаас тохируулгын болон сорилтын уусмалын матрицыг нийцүүлэх нь(8.1.12.1-ийг хар) илүү зохимжтой.

8.1.13.2 Тухайлсан зорилгод (8.1.13.1-ийг хар) тохирох дотоод стандартын цацаргалтын шугамыг сонгоно. Сорилтын уусмалууд нь дотоод стандартын элементийг агуулаагүй байх шаардлагатай. Дотоод стандартад (6.7) нэмэх нэг элементийн эх стандарт уусмал нь сорилтын уусмалын матрицтай химийн шинж чанарын хувьд нийцэж байх ёстой (тунадас үүсгэхгүй байх).

8.2 Багажийн ажиллагааны шалгалт

8.2.1 Харж шалгах

Ажлыг эхлүүлэхээс өмнө багаж ба дагалдах хэрэгслүүд бүрэн бүтэн байгаа эсэхийг хэрэглэгч байнга харж шалгана. Багаж үйлдвэрлэгчээс гаргасан үйлдвэрлэгчийн зөвлөгөөг баримтална.

8.2.2 Ажиллагааны шалгалт ба эвдрэлийн оношилгоо

Хэрэглэгч нь индукцийн холбоост плазм бүхий атомын цацаргалтын спектрометр зөвшөөрөгдөх стандартын дагуу ажиллаж байгаа эсэхийг баталгаажуулахын тулд ажиллагааны шалгалтыг өдөр тутам хийж гүйцэтгэнэ. Багаж хэвийн ажиллахгүй байгаа тохиолдолд илүү нарийн эвдрэлийн оношилгоо хийнэ. Багаж үйлдвэрлэгчийн гаргасан зөвлөгөөг баримтална. Индукцийн холбоост плазм бүхий цацаргалтын спектрометрийн эвдрэлийн тодорхойлолт ба чанарын хяналтад ажиллагааны шалгалтыг ашигласан материалд дурдсан болно. Ашигласан материал [12]-ийг харна уу. Багаж үйлдвэрлэгчээс зөвлөсөн ажиллагааны шалгалт ба эвдрэлийн оношилгоонд дээрх мэдээллүүдийг ашиглаж болно.

8.3 Тогтсон шинжилгээ

8.3.1 Дотоод стандартын нэмэгдэл

Хэрвээ дотоод стандарт буюу дотоод стандартууд ашиглаж байгаа тохиолдолд (8.1.13-ийг хар) бүх уусмал (тохируулгын уусмал, хоосон сорилтын уусмал, дээж сорилтын уусмал, интерференц шалгалтын уусмал, чанарын хяналтын уусмал) дээр дотоод стандартаас адил хэмжээгээр нэмнэ. Дотоод стандартыг нэмэхдээ нэг элементийн эх стандарт уусмал (6.7)-аас тодорхой хэмжээгээр хэмжих гэж буй уусмал руу хийнэ. Тухайлбал 10 мл хэмжих гэж буй уусмал бүрд 100 мкл нэг элементийн эх стандарт нэмнэ. Дотоод стандарт элемент болон хэмжих гэж буй уусмалыг агуулсан уусмалуудыг хоёр сувагтай шингэний шахуурга, Т-хэлбэр болон холих ороомог ашиглан дээж оруулах явцад хольж болно. Холих ороомог ашиглаж байхад зохистой хүчин зүйлийг харгалзан нэг элементийн эх стандарт уусмалыг тохиромжтой агууламжтай болтол шингэрүүлэн дотоод стандарт уусмалыг бэлтгэнэ.

8.3.2 Багажийг шинжилгээнд бэлтгэх

Индукцийн холбоост плазм бүхий цацаргалтын спектрометрийг үйлдвэрлэгчийн зааварчилгаа болон 8.1-д боловсруулсан аргын дагуу шинжилгээнд бэлтгэнэ. Ажил эхлэхээс өмнө багажийг зохих ёсоор халаана. Багаж халаах хугацаа 30-60 минут байдаг ба багаж үйлдвэрлэгчээс гаргасан зааварчилгааг баримтлан халаана. Шинжилгээний үед плазмын нөхцөл өөрчлөгддөг учраас багаж халааж байх үед плазм руу тохируулгын хоосон уусмал оруулахыг зөвлөдөг.

8.3.3 Шинжилгээ

8.3.3.1 Агууламжийн өсөх дарааллаар нь тохируулгын уусмал (6.6.2)-ыг плазм руу оруулан цацаргалтын хэмжилтийг хийнэ. Шугаман регресс ашиглаж тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн тохируулгын муруй байгуулна. Бусад тохируулгын уусмалуудын цацаргалтын эрчмээс тохируулгын хоосон уусмалын цацаргалтын эрчмийг хасахыг зөвлөдөг ба ийнхүү хассанаар эх тохируулгын муруй гардаг байна. Тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн тохируулгын муруйн корреляцийн коэффициент $R^2 \geq 0.999$ биш тохиолдолд тохируулгыг давтан хийнэ.

Хэрвээ корреляцийн коэффициент $R^2 \leq 0.999$ байгаа тохиолдолд алдаатай тохируулгын цэгийг хасаж мэдээллийг дахин боловсруулж зөвшөөрөгдөх тохируулгыг хийнэ. 6.6.2-д тодорхойлсон тохируулгын уусмалын хамгийн бага тоог баримтлах хэрэгтэй.

8.3.3.2 Хоосон болон дээж сорилтын уусмал (ISO 15202-2-ийн дагуу бэлтгэсэн)-ыг плазм руу оруулж цацаргалтын хэмжилтийг хийнэ. Тохирүүлгын муруй ашиглан тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн агууламжийг тодорхойлно.

8.3.3.3 Хамгийн багадаа 20 сорилтын уусмалын дараа тохируулгын хоосон уусмал болон дундын агууламжтай тохируулгын уусмалыг шинжилнэ. Хэрвээ тохируулгын хоосон уусмалд тодорхойлох буй металл ба металл төст агуулагдаж байвал металл ба металл төстийн агууламж тухайн багажийн илрүүлэх хязгаар (8.4.1-д тодорхойлсон)-аас 3 дахин их байна. Хэрвээ тохируулга баталгаажуулалт дах тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн агууламж $\pm 5\%$ -аар өөрчлөгдсөн бол дараах засвар хэмжилтүүдийг хийнэ. Үүнд: багажийн программ хангамж ашиглан мэдрэмтгий чанарын өөрчлөлт (дахин хазайлтыг тооцох боломж)-ийг засварлах эсвэл шинжилгээг түр зогсоож спектрометрийг дахин тохируулга хийх зэрэг багтана. Аль ч тохиолдолд мэдрэмтгий чанар өөрчлөгдсөн үед шинжилсэн сорилтын уусмалыг дахин шинжилнэ. Дахин шинжилгээ хийх боломжгүй бол мэдрэмтгий чанарын өөрчлөлтийг харгалзан үзэж өгөгдлийг дахин боловсруулна.

8.3.3.4 Тухайн аргад (8.1.8-ийг хар) элемент хоорондын засвар багтсан бол сонгосон

аналитик долгионы урт бүрд элемент хоорондын засварын үйл ажиллагаа үр ашигтай гэдгийг батлахын тулд интерференц шалгалтын уусмал (6.8)-ыг шинжилнэ. 8.1.3-д өгөгдсөн зөвшөөрөгдсөн шалгуур үзүүлэлтийг ашиглана. Тухайлбал, агаар дах аналитийн агууламж хязгаар утгаас 0.1 дахин бага байх ёстой.

8.3.3.5 8.5.1.1-д тодорхойлсон урвалжийн хоосон ба лабораторийн хоосон уусмал, 8.5.2.1-д тодорхойлсон чанарын хяналтын уусмалуудыг шинжилнэ. 8.5.1.2 ба 8.5.2.2-д заасны дагуу үр дүнг ашиглан гүйцэтгэлийг хянана.

8.3.3.6 Үр дүн бүрийн харьцангуй стандарт хазайлтыг дахин авч үзнэ. Хэрвээ шинжилгээний үр дүнгийн харьцангуй стандарт хазайлт нь тооцоолсон утгаас харьцангуй өндөр түвшинд байвал шинжилсэн уусмалуудыг дахин шинжилнэ.

8.3.3.7 Хэрвээ дээж уусмал дах тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн агууламж тохируулгын уусмалын хязгаар агууламжаас өндөр байгаа тохиолдолд тохиромжтой хүчин зүйл, матрицыг нийцүүлэн уусмалыг шингэрүүлж шинжилнэ. Шингэрүүлэлтийн факторыг тэмдэглэнэ. Тохирох аналитик долгионы уртыг ашиглана.

8.4 Илрүүлэх болон тоон хязгаарыг тооцоолох

8.4.1.1 8.4.1.2 ба 8.4.1.3-д тодорхойлсон үйл ажиллагааг баримтлан ажлын аналитик нөхцөлд тодорхойлох гэж буй металл ба металл төст бүрийн хувьд багажийн илрүүлэх хязгаарыг тооцоолно.

8.4.1.2 Ажлын стандарт уусмал (6.6.1) болон эх стандарт уусмал (6.5)-ыг зохих хүчин зүйлээр шингэрүүлэн тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийг агуулсан багажийн илрүүлэх хязгаартай ойролцоо утгатай сорилтын уусмалыг бэлдэнэ. 6.6.2-ийн тохируулгын уусмал бэлтгэхэд хэрэглэсэн үйл ажиллагааг баримтална.

8.4.1.3 Сорилтын уусмал (8.4.1.2)-ын хувьд багадаа 10 удаа цацаргалтын хэмжилт хийх ба дундаж агууламж утгын стандарт хазайлтыг 3 удаагийн давталттайгаар тодорхойлж, тодорхойлох гэж буй металл ба металл төст бүрийн хувьд багажийн илрүүлэх хязгаарыг тогтооно. Багажийн илрүүлэх хязгаарыг тогтоох өөр нэг арга нь таамаглаж буй багажийн илрүүлэх хязгаарт байгаа тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн агууламжтай тохируулгын хоосон уусмалыг шинжлэх юм. Ном зүйн [13]-аас харна уу.

8.4.2 Аргын илрүүлэх хязгаар болон тоон хязгаарыг тооцоолох

8.4.2.1 8.4.2.2 ба 8.4.2.3-д тодорхойлсон үйл ажиллагааг баримтлан ажлын аналитик нөхцөлд тодорхойлох гэж буй металл ба металл төст бүрийн хувьд аргын илрүүлэх хязгаар болон тоон хязгаарыг тооцоолох ба туршилтын нөхцөл их хэмжээгээр

өөрчлөгдөхөд давтан хийнэ.

8.4.2.2 ISO 15202-1 стандартад зааснаар дээж цуглуулахад ашигласан адил төрлийн ашиглаагүй шүүлтүүрээс хамгийн багадаа 10 лабораторийн хоосон сорилтын уусмалыг бэлтгэнэ. ISO 15202-2 стандартад тодорхойлсон дээж уусгах үйл ажиллагааг баримтлан дээж сорилтын уусмал бэлтгэнэ.

8.4.2.3 Сорилтын уусмалд цацаргалтын хэмжилт хийх (8.4.2.2) ба дундаж агууламж утгуудын стандарт хазайлтыг 10 дээжид 3 удаагийн давталттайгаар тус тусд нь тодорхойлж аргын илрүүлэх хязгаар болон тоон хязгаарыг тооцоолно.

8.5 Чанарын хяналт

8.5.1 Урвалжийн хоосон ба лабораторийн хоосон уусмал

8.5.1.1 ISO 15202-2 ба ISO 15202-ийн энэхүү хэсэгт тодорхойлсон дээж бэлтгэл болон аналитик үйл явцын турш урвалжийн хоосон (3.2.7-ийг хар) ба лабораторийн хоосон уусмалыг (3.2.5-ийг хар) бэлтгэнэ. Хамгийн багадаа 20 дээж тутамд 1 урвалжийн хоосон ба лабораторийн хоосон сорилтын уусмалыг бэлтгэж шинжилнэ.

8.5.1.2 Өмнөх туршилтууд дээр үндэслэн гаргасан тооцоолсон утгаас урвалжийн хоосон ба лабораторийн хоосон уусмалуудын шинжилгээний үр дүн өндөр түвшинд байвал лабораторийн үйл ажиллагаа болон дээж авалтад ашигласан бүлэг шүүлтүүрээс үүсэж буй эсэхийг шалгаж бохирдлыг дахин гаргахгүйн тулд зохих засварлах арга хэмжээ авна.

8.5.2 Чанарын хяналтын уусмал

8.5.2.1 ISO 15202-2 ба ISO 15202-ийн энэхүү хэсэгт тодорхойлсон дээж бэлтгэл болон аналитик үйл явцаар баяжуулсан ба баяжуулсан хуулбар дээжүүдийг бэлтгэж бүлэг дээжийн аргын нарийвчлалыг тооцно. Тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн мэдэгдэж буй хэмжээг шүүлтүүрт нэмж баяжуулсан ба баяжуулсан хуулбар дээжийг бэлтгэнэ (Багажийн шугаман динамик хязгаарт тохирох агууламжид ажлын стандарт уусмалын мэдэгдэж буй эзлэхүүнийг шүүлтүүрт нэмж баяжуулсан дээжийг бэлтгэнэ. Тохируулгын уусмалыг бэлтгэхэд хэрэглэсэн эх стандарт уусмалаас өөр эх стандарт уусмал ашиглан ажлын стандарт уусмалыг бэлтгэнэ). 20 дээж тутамд (1 бүлэг дээж бүрд) хамгийн багадаа 1 чанарын хяналтын уусмал бэлтгэн шинжилнэ.

8.5.2.2 Баяжуулсан ба баяжуулсан хуулбар дээжийн гарцын харьцангуй хувь болон харьцангуй хувийн ялгаа хоорондох хяналтын графикийг харж аргын үр ашгийг хянана. Тухайн арга нь хяналтын лавламж гадна байгааг чанарын хяналтын үр дүн

илрүүлсэн бол учир шалтгааныг шалгаж, засварлах арга хэмжээг авч шаардлагатай тохиолдолд шинжилгээг давтан хийнэ. Чанарын хяналтын графикийг ашиглах ерөнхий удирдамжийн ASTM E 882-87 [14]-ийг харна уу.

8.5.3 Баталгаажсан стандарт загвар

Тухайн шинжилгээний аргыг байнгын ашиглахын өмнө тодорхойлох гэж буй металл ба металл төст агуулсан баталгаажсан стандарт загварыг шинжилж шалгадаг байна.

8.5.4 Гадаад чанарын үнэлгээ

Хэрвээ лабораториуд нь агаарын шинжилгээгээр металл ба металл төстийг тогтмол тодорхойлж байвал лабораторийг холбогдох гадаад чанарын үнэлгээ эсвэл ур чадварын шалгалтын программд хамрагдахыг зөвлөдөг.

8.6 Хэмжлийн эргэлзээ

Хэмжлийн эргэлзээг илэрхийлэх арга зүйн удирдамжид заасны дагуу лабораториудыг хэмжлийн эргэлзээг тайлагнах болон үнэлэхийг зөвлөдөг. Эхний алхам нь тухайн арга дах системт болон санамсаргүй алдааны эх үүсвэр бүрийг тодорхойлж шалтгаан ба нөлөөний диаграммыг байгуулах явдал юм. Дараа нь эргэлзээний төсөвт туршилтаар тооцоолж, тодорхойлж нэгтгэнэ. Эцэст нь нэгтгэсэн эргэлзээг хамрах хүрээний фактораар үржүүлж өргөтгөсөн эргэлзээг тооцоолно. Тооцоолсон утга нь ойролцоогоор 95 %-ийн үнэмшлийн зэрэгтэй хамрах хүрээний факторыг 2-оор авахыг зөвлөдөг.

9 Үр дүнгийн илэрхийлэл

9.1 Аль ч аналитийн хувьд нэгээс дээш цацаргалтын шугамд хэмжилт хийсэн тохиолдолд тодорхойлох гэж буй металл болон металл төст нэг бүрийн хувьд тусдаа үр дүн гарган авахын тулд 8.1.6.2-д боловсруулсан протоколын дагуу үр дүнг боловсруулна.

9.2 Хоосон сорилтын уусмал дах тодорхойлох гэж буй металл ба металл төстийн дундаж агууламжийг тооцоолно.

9.3 9.3 Доорх тэгшитгэл (1)- ийг ашиглан тухайн орчны нөхцөлд агаарын дээж дэх металл ба металл төстийн масс агууламжийг тооцоолно.

$$\rho_M = \frac{(\rho_{M,1} \times V_1 \times F) - (\rho_{M,0} \times V_0)}{V} \quad (1)$$

- ρ_m - орчны нөхцөлд агаарын дээж дэх металл болон металл төстийн масс агууламж, мг/м³
- $\rho_{m,0}$ - талбарын хоосон сорилтын уусмал дах металл болон металл төстийн дундаж агууламж, мг/л
- $\rho_{m,1}$ - дээж сорилтын уусмал дах металл болон металл төстийн агууламж, мг/л
- V - агаарын дээжний эзлэхүүн, литр
- V_0 - талбарын хоосон сорилтын уусмалын эзлэхүүн, мл
- V_1 - дээж сорилтын уусмалын эзлэхүүн, мл
- F - 8.3.3.7-д ашигласан шингэрүүлэлтийн фактор (шингэрүүлэлт хийгээгүй үед $F=1$ байна)

9.4 Агаар дах металл ба металл төстийн агууламжийг лавлах нөхцөлд дахин тооцоолох шаардлагатай тохиолдолд (ISO 15202-1:2000-ийг харна уу) сорьц цуглуулах үеийн эхлэл болон төгсгөлд дундаж атмосферийн даралт ба температурыг тооцоолж, даралт ба температурыг засварлан 9.3 тэгшитгэлийг ашиглаж агаар дах металл ба металл төстийн агууламжийг тодорхойлно.

10. Аргын гүйцэтгэл

10.1 Аргын илрүүлэх ба тоон хязгаар

Аргын илрүүлэх ба тоон хязгаар нь дээж бэлтгэх арга, сонгосон аналитик долгионы урт, ашигласан шинжилгээний багаж, багажийн ажиллагааны параметрууд, хоосон дээжийн хувьсах чанар зэрэг хүчин зүйлүүдээс хамаардаг. Энэхүү аргыг баталгаажуулахдаа ISO15202-2:2001 стандартад тодорхойлсон хаалттай саванд хэт богино долгионоор дээж уусгах аргыг ашиглан целлюлоз эфирийн холимог мембран шүүлтүүрээс хоосон сорилтын уусмал бэлтгэж, ISO 15202 стандартын энэхүү хэсэгт тодорхойлсон үйл ажиллагаанд үндэслэсэн аргыг ашиглан уг уусмалыг шинжилж аргын илрүүлэх ба тоон хязгаарыг тодорхойлсон. Үр дүнг 1л уусмал дах мкг-ээр илэрхийлэх бөгөөд Хүснэгт 2-д металл ба металл төстийн сонгосон хязгаарт хэрэгжих боломжтой аргын илрүүлэх ба тоон хязгаарыг үзүүлэв. 8.4-д өгөгдсөн зааварчилгааны дагуу ашигласан сорилтын нөхцөлд аргын илрүүлэх ба тоон хязгаарыг тодорхойлох нь чухал юм.

Хүснэгт 3

Хэрэгжих боломжтой аргын илрүүлэх ба тоон хязгаар

Металл ба металл төстийн нэр	Долгионы урт, нм	Плазм тэнхлэгийн	Аргын илрүүлэх хязгаар, мкг/л	Тоон тодорхойлолтын хязгаар, мкг/л
Сурьма	206,836	хэвтээ	13	43
Хүнцэл	193,696	хэвтээ	19	62

хүснэгт 3-ын үргэлжлэл

Берилли	313,042	босоо	0,3	0,9
Кадьми	228,802	хэвтээ	2,8	9,5
Хром	267,716	босоо	3,3	11
Кобальт	228,616	хэвтээ	2,3	7,7
Зэс	324,752	босоо	15	50
Инди	230,606	хэвтээ	10	33
Төмөр	259,939	босоо	14	46
Хар тугалга	220,353	хэвтээ	10	33
Манган	257,610	босоо	1,0	3,1
Никель	221,648	босоо	10	34
Селен	196,026	хэвтээ	17	55
Теллур	214,281	хэвтээ	28	94
Цагаан тугалга	189,927	босоо	63	210
Ванади	309,310	босоо	1,2	4,2
Иттри	371,029	босоо	0,6	2,1
Цайр	206,200	босоо	15	51

10.2 Аналитик лавламж дээд хязгаар

Ашигтай аналитик мужийн дээд хязгаарыг 8.1-д үндэслэсэн аналитик нөхцөлд спектрометрийн шугаман динамик хязгаараар тодорхойлно.

10.3 Хазайлт ба нарийвчлал**10.3.1 Аналитик хазайлт**

ISO 15202-2 стандартад тодорхойлсон дээж уусгалтын аргуудыг ихэнх хэрэглээнүүдэд бүрэн үр дүнтэй гэж үздэг. Тухайлбал, энэхүү аналитик арга нь маш бага хазайлт үүсгэдэг байна. Агаарын ширхэглэгт тоосонцор дах металл ба металл төстийг тодорхойлох үйл ажиллагааны аналитик гарцыг дор хаяж 90% байх ёстой гэж EN 13890 стандартад заасан. Сонгосон дээж уусгах арга нь тухайн хэрэглээний шаардлагатай нийцэхэд ямар нэгэн эргэлзээ байвал ISO 15202-2 стандарт нь аргын үр ашигтай байдлыг тодорхойлохыг шаарддаг байна. Хэрвээ аналитик гарц нь 90%-аас бага байгаа тохиолдолд өөр дээж уусгах аргаар шалгана. Аналитик хазайлт хэзээ ч 10 хувиас их гарах ёсгүй.

10.3.2 Аналитик нарийвчлал

Аналитик хувьсах чанар, вариацийн коэффициентоос үүссэн аргын вариацийн коэффициентын бүрэлдэхүүн хэсэг нь сонгосон аналитик долгионы муж, ашигласан шинжилгээний багаж, багажийн ажиллагааны параметр зэрэг хүчин зүйлүүдээс хамаардаг байна. Гэвч металл ба металл төстийн сонгосон хязгаарт вариацийн

коэффициентын сайн чанарын диаграммыг олж авахын тулд лабораторийн туршилтуудыг [18] хийж гүйцэтгэдэг. Тодорхойлох гэж буй металл ба металл төст тус бүрийг тохирох хэмжээгээр агуулсан баяжуулсан шүүлтүүр болон ISO 15202-2:2001 стандартын Хавсралт G-д тодорхойлсон таглаатай саванд хэт богино долгионоор дээж уусгах аргыг ашиглан аргын илрүүлэх хязгаар бүрд сорилтын уусмалыг бэлтгэнэ. ISO 15202 стандартын энэхүү хэсэгт тодорхойлсон үйл ажиллагаанд үндэслэсэн аргыг ашиглан сорилтын уусмалыг шинжилнэ. Аргын илрүүлэх хязгаараас металл ба металлоидын агууламж 10 дахин их үед вариацийн коэффициент ерөнхийдөө 2-5%-д байдаг байна.

10.4 Сорьц цуглуулалт ба шинжилгээний аргын нийт эргэлзээ

Хязгаар утгуудтай харьцуулж хийсэн хэмжилтүүдийн нийт эргэлзээнд EN 482-д тодорхойлсон ерөнхий гүйцэтгэлийн шаардлагуудтай нийцсэн бүрэн үйл ажиллагааг (ISO 15202 стандартын 1-ээс 3-р хэсэг) үнэлж батлахын тулд лабораторийн туршилтыг хийж гүйцэтгэдэг. Зөвхөн металл ба металл төстийн сонгосон хязгаарыг хамрах ба EN 13890 стандартын дагуу туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн. Туршилт нь ISO 15202-2:2001 стандартын Хавсралт G-д тодорхойлсон таглаатай саванд хэт богино долгионоор дээж уусгах аргыг ашиглан дээжийг бэлтгэн хэмжих үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийн шалгалтаар хязгаарлагдана. Их Британи улсад 8 цагийн хугацаагаар жинлэсэн дундаж хязгаартай харьцуулсан хэмжилтийг хийсэн ба теллураас бусад бүх сонгогдсон металлуудад үйл ажиллагаа нь EN 482 стандартын нийт эргэлзээний шаардлагад нийцэж байсан. Сорьц цуглуулах үеийн урсгалын хурд 2 л/мин, дээж авалтын хугацаа 30 минутаас 8 цаг байв. Теллурын хувьд EN 482 стандартын нийт эргэлзээний шаардлагад нийцүүлэхийн тулд сорьц цуглуулах хамгийн бага хугацаа 2 цаг байх шаардлагатай. Их Британи улсад 15 минутын богино хугацааны өртөлтийн хязгаартай харьцуулсан хэмжилтийг хийсэн ба богино хугацааны өртөлтийн хязгаартай бүх сонгогдсон металл ба металл төстөд үйл ажиллагаа нь EN 482 стандартын нийт эргэлзээний шаардлагад нийцэж байсан бөгөөд сорьц цуглуулах урсгалын хурд 2 л/мин байсан.

10.5 Спектрийн интерференц

Энэхүү аргын баталгаажуулалтын явцад 8.1.3-д заасны дагуу ач холбогдол бүхий боломжит спектрийн интерференц өгсөн эсэхийг анхааралдаа авсан. Аль ч сонгосон аналитик долгионы уртыг ашиглан хэмжилт хийхэд спектрийн бус интерференц засвар шаардлагатай гэдэг нь тогтоогдсон (Хүснэгт 2-ыг харна уу).

Гэвч 8.1.8-д өгөгдсөн зааварчилгааг баримтлан сорилтын нөхцөлд интерференц засвар шаардлагатай эсэхийг тодорхойлох нь зайлшгүй чухал юм.

11. Шинжилгээний тайлан

11.1 Шинжилгээний тэмдэглэл

Шинжилгээг гүйцэтгэхдээ дор хаяж доорх мэдээллүүдийг бүрэн тэмдэглэж, бүртгэсэн байна:

- a) Шаардлагатай тохиолдолд мэдээллийн нууцлалын талаарх заалтыг оруулна
- b) Агаарын дээжийн бүрэн тодорхойлолт: дээж авсан огноо, байрлал, дээж авалтын хэлбэр (хувь хүнд чиглэсэн эсвэл статик), амьсгалын бүсэд дээж авагдсан хүний хувийн мэдээлэл (тухайн хүний бусад мэдээллүүд), эсвэл дээж авалт хийсэн ажлын байрны орчин, байрлал (статик дээж авалтын үед), дээж авалт хийж байх үеийн үйл ажиллагааны тухай товч мэдээлэл болон дээжийн кодын бүртгэл зэрэг орно
- c) Эшлэл авсан олон улсын стандарт тухайлбал ISO 15202-3 стандарт гэх мэт
- d) Ашигласан дээж авагчийн төрөл, загвар
- e) Ашигласан шүүлтүүрийн загвар, загвар болон диаметр
- f) Ашигласан дээж авагч шахуургын төрөл, тодорхойлолт
- g) Ашигласан урсгалын хурд хэмжигчийн төрөл, загвар. Урсгалын хурд хэмжигчийн тохируулгыг анхдагч стандартаар шалгана. Тохируулга хийсэн урсгалын хурд хэмжигчийн хязгаар, тохируулга хийх үеийн даралт, температурыг тэмдэглэнэ
- h) Дээж авалт эхэлсэн ба дууссан хугацаа, дээж авсан хугацаа (минут)
- i) Сорьц цуглуулах үеийн агаарын дундаж урсгалын хурд (л/мин)
- j) Сорьц цуглуулах үеийн дундаж даралт ба температур
- k) Орчны нөхцөлд дээж авсан агаарын эзлэхүүн (л)
- l) Дээж цуглуулсан хүний нэр
- m) Орчны даралт ба температурт буюу лавлах нөхцөлд тэгшитгэсэн агаарын дээж дэх металл ба металл төстийн хугацаагаар жинлэсэн дундаж масс агууламж, мг/м^3
- n) Ашигласан дээж уусгах аргын мэдээлэл
- o) Үр дүнг тооцоход ашигласан аналитик хувьсагчууд, хоосон ба дээж сорилтын уусмал дах металл ба металл төст бүрийн концентраци, хоосон ба сорилтын уусмалын эзлэхүүн, шингэрүүлэлтийн фактор
- p) Өвөрмөц танигч, дээж бэлтгэл, шинжилгээнд ашигласан багажийн төрөл
- q) Ажлын аналитик нөхцөлд тооцоолсон багажийн илрүүлэх хязгаар, аргын илрүүлэх хязгаар, тоон хязгаар, хэмжлийн эргэлзээ, хэрвээ хэрэглэгч хүсвэл чанарын хяналтын мэдээллийг гаргаж өгөх
- r) Энэхүү олон улсын стандартад тодорхойлоогүй ямар нэг үйл ажиллагааг туслах чанарын гэнэ s) Шинжээчийн эсвэл өвөрмөц таних нэр
- t) Шинжилгээ хийсэн огноо

- и) Ямар нэг санамсаргүй хазайлт, өвөрмөц тохиолдлууд, бусад тэмдэглэхүйц ажиглалтууд

11.2 Лабораторийн тайлан

Лабораторийн тайлан нь эцсийн хэрэглэгч, зохицуулалтын эрх бүхий байгууллага, магадлан итгэмжлэлийн байгууллагад шаардлагатай бүх мэдээллийг багтаасан байна.

ТӨГСӨВ.

А хавсралт
(мэдээллийн)

Агаар дах металл ба металл төстийн агууламжийг лавлах нөхцөлд дахин тооцоолох

Тэгшитгэл А.1-ийг ашиглан агаар дах металл ба металл төстийн агууламжийг лавлах нөхцөлд дахин тооцоолох зайлшгүй шаардлагатай юм.

$$\rho_{M, \text{ засвар}} = \rho_M \times (101.3 \times T_2) / (\rho_2 \times 293) \quad (\text{A.1})$$

- | | |
|----------------------------|--|
| $\rho_{M, \text{ засвар}}$ | - лавлах нөхцөлд агаарын дээжин дэх металл ба металл төстийн засварласан агууламж, мг/м ³ |
| ρ_M | - орчны нөхцөлд агаарын дээжин дэх металл ба металл төстийн агууламж, мг/м ³ |
| T_2 | - сорьц цуглуулах үеийн дундаж температур, К |
| ρ_2 | - сорьц цуглуулах үеийн дундаж атмосферийн даралт, кпа |
| 293 | - лавлах температур, К |
| 101.3 | - лавлах атмосферийн даралт, кпа |