

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код:13.100

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл мэнд. Хөдөлмөрийн эрүүл ахуй. Цулцанд нэвтэрдэг тоосны сорьцонд талст цахиур тодорхойлох шинжилгээний арга	MNS 5366 : 2021
Occupational safety and health. Occupational hygiene. Analytical method for determining crystalline silica in respirable dust sample.	

Стандартчиллын үндэсний зөвлөлийн 2021 оны .. дүгээр сарын ..-ний өдрийн ... тоот тогтоолоор батлав.

Энэ стандарт 2021 оны .. дугаар сарын ..-ний өдрөөс эхлэн хүчинтэй.

1 Хамрах хүрээ

Энэ стандарт нь ажлын байрны агаараас цуглуулсан сорьцонд цулцанд талст цахиурын давхар исл(SiO_2)-ийг тодорхойлох шинжилгээ хийх шаардлагыг тогтооно.

Тайлбар 1: Цахиурын давхар исэл нь байгаль дээр аморф болон талст хэлбэртэй тохиолддог. Аморф хэлбэр нь уушгины хавдар үүсгэх нөлөөгүй ч уушги тоосжих өвчний шалтгаан болдог. Талст хэлбэрийн цахиурын давхар исэл нь уушги тоосжих үүсгэхийн зэрэгцээ, уушгины хавдрын шалтгаан болдог. Талст цахиур нь кварц (CAS14808-60-7), тридимит(CAS14464-46-1), кристобалит(CAS15468-32-3) хэлбэртэй. Байгаль дээр кварц цахиур хамгийн түгээмэл тархсан. Кварц цахиурын нягт 2.65 г/см^3 . Талст хувиралт 573°C -д α -кварцаас β -кварц, 867°C -д тридимит, 1470°C -д кристобалит хэлбэр рүү шилждэг.

Энэхүү стандарт нь ажлын байрны хөдөлмөрийн эрүүл ахуйн хэмжилт, тоостой холбоотой мэргэжлээс шалтгаалсан өвчний эрсдэлийн үнэлгээнд ашиглагдана.

2 Норматив ишлэл

Энэ стандартад дараахь эш татсан баримт бичгийг хэрэглэнэ. Хугацаа заасан эшлэлийн хувьд зөвхөн эш татсан хэвлэл, харин хугацаа заагаагүй эшлэлийн хувьд хамгийн сүүлийн хэвлэлийг хэрэглэнэ.

MNS ISO 7708. Агаарын чанар- Эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг үнэлэх сорьц цуглуулалтанд ашиглах тоосны ширхэгийн хэмжээний фракцын тодорхойлолт;

MNS 6657. Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл мэнд. Хөдөлмөрийн эрүүл ахуй. Ажлын байрны агаараас цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг тоосны фракцын сорьц цуглуулах, шинжлэх арга

3 Нэр томъёо, тодорхойлолт

Энэ стандартад MNS ISO 7708 болон дараахь нэр томъёо, тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.

3.1

амьсгалын бүс (breathing zone)

ажилтны ам, хамраас 30 см-ийн радиусын эргэн тойрныг хамаарах орон зай;

3.2

илрүүлэлтийн доод хязгаар (limit of detection)

энэ аргаар жинлэх боломжтой шүүлтүүр дээрх тоосны жингийн хамгийн бага хэмжээ;

3.3

сорьц (sample)

шинжилгээ хийх зорилгоор MNS 6657 стандарт аргыг ашиглан агаараас соруулж цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг тоосны сорьц;

3.4

шахмал дээж (pellet)

НУТ-ийн шинжилгээ хийх зорилгоор тоосны сорьцноос бэлтгэсэн 13 мм-ийн шахмал

3.5

хэмжилтийн хязгаар (measurement range)

энэ аргаар тодорхойлох боломжтой цулцанд нэвтэрдэг тоосны концентраци;

3.6

хоосон сорьц (blank sample)

шинжилгээний аргад чанарын хяналт хийх зорилгоор ашигладаг сорьц цуглуулаагүй хоосон шүүлтүүр;

3.7

Хэмжлийн эргэлзээ (uncertainty)

шинжилгээний оновчтой байдлыг давтагдсан сорьцнуудад хийсэн жинлэлтийн дүнгийн стандарт хазайлт(S_r)-аар тодорхойлно;

3.8

чанарын хяналт (quality control)

сорьц цуглуулах, шинжлэх үеийн алдааг хянах, хэмжилтийн үр дүнгийн баталгаат байдлыг хангах зорилгоор хэрэгжүүлж буй үйл явц;

3.9

цулцанд нэвтэрдэг талст цахиур (respirable crystalline silica)

амьсгалын замд орсон тоосны уушгины цулцанд нэвтэрдэг ширхэгийн фракцад агуулагдах талст цахиурын давхар исэл;

Тайлбар 2: MNS ISO 7708:2016 стандартад заасан олон улсын зөвшлийн дагуу тодорхойлов.

4 Ерөнхий зүйл

4.1 Зорилго

Стандартын зорилго нь ажлын байрны агаараас ажилтны амьсгалын бүсэд цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг тоосны сорьцонд талст цахиурын давхар ислийн концентрацийг шинжлэн тодорхойлох арга зүйн шаардлагыг тогтооход оршино.

4.2 Аргын ерөнхий зарчим

Ажилтны амьсгалын түвшнээс MNS 6657 стандартын дагуу цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг сорьцонд жинлэлт хийж жингийн концентрацыг нь тодорхойлно. Үүний дараагаар сорьцон дээр кали бромид нэмэж, шатаах зууханд хийж шатаана. Тусгай зориулалтын шахагч, хэв ашиглан шатаасан сорьцоос шахмал дээж бэлтгэнэ. Бэлтгэсэн шахмалаа дээжээ Нил улаан туяаны спектрометр багажинд байрлуулж спектрийн шингээлтийг нь хэмжинэ. Хэмжилтийн үр дүнд тооцоолол хийж цулцанд нэвтэрдэг тоосонд агуулагдах талст цахиурын хувь, концентрацийг олно.

5 Багаж хэрэгсэл, урвалж, лабораторийн орчин

5.1 Агаараас сорьц цуглуулах шахуурга

(1000-4000)мл/мин хурдаар ажиллах, уян гуурс холбох боломжтой, зай хураагууртай, амьсгалын бүсээс сорьц цуглуулах шахуургыг ашиглана.

5.2 Тоосны сорьц цуглуулагч

Агаараас цулцанд нэвтэрдэг тоосны ширхэгийг цуглуулахад 37 мм диаметртэй, (2-5) мкм нүхтэй, поливинилхлорид (PVC) эдэн эсвэл түүнтэй дүйцэхүйц чийг шингээх чанартай хальсан шүүлтүүр, шүүлтүүр тогтоогч 3 хэсэг кассет, жийргэвчийг ашиглана.

5.3 Хэмжээгээр нь сонгох сорьц цуглуулагч

4 мкм-ээс жижиг аэродинамик диаметр тоосны ширхэгийг ялгах зориулалттай, 37 мм диаметрийн кассетэнд угсрах боломжтой нийлэг эсвэл хөнгөн цагаан циклон. Мөн 4 мкм-ээс жижиг тоосны ширхэгийг ялгах зориулалтын импакторыг циклоны орон ашиглаж болно.

Тайлбар 2: Агаар соруулах хурд нь циклоны тоосны ширхэгийн хэмжээгээр нь ялгах үр ашгийг тодорхойлдог. Тиймээс агаар сорох шахуургын хурдыг циклоны үйлдвэрлэгчийн зааварт заасан түвшинд тохируулах шаардлагатай.

5.4 Агаар сорох шахуургын хурд хэмжигч

(1000-4000)мл/мин эсвэл шахуургын хурдтай дүйх агаар сорох хурд хэмжигч(калибратор)-ийг ашиглана.

5.5 Жин

Сорьц цуглуулах шүүлтүүрийг жинлэхэд 0,001мг-ийн нарийвчлалтай жинг ашиглана.

5.6 Статик цэнэг саармагжуулагч

Шүүлтүүрийн цахилгаан статик цэнэгийг саармагжуулагчийг ашиглана.

Тайлбар 3: Агаараас сорьц цуглуулах явцад шүүлтүүрийн гадаргуу нь үрэлтийн нөлөөгөөр статик цэнэг хуримтлуулдаг. Жинлэлтийн үед жин статик цэнэгийн улмаас тогтворгүй болж хэмжилтийн алдаа гаргадаг.

5.7 Хямсаа

Шүүлтүүрийг кассетаас салгах, жинлэхэд хямсаа хэрэглэнэ.

5.8 Жингийн өрөө

Жинлэлт хийх өрөөний орчны агаарын хэм $22^{\circ}\text{C}\pm 2$, харьцангуй чийглэг $50\%\pm 5$ байна.

Тайлбар 4: Агаарын хэм, чийглэг нь жингийн ажиллагаанд нөлөөлж алдаа учруулдаг тул орчны хэм, чийглэгийг тогтвортой барих, хянах төхөөрөмжөөр тоногдогдсон лабораторийн өрөөнд жинлэлтийн шинжилгээ хийнэ.

5.9 Нил улаан туяаны спектрометр

4 см^{-1} -ээс багагүй хэмжилтийн үр дүнгийн ялгаралтай, давхар туяатай дисперс системтэй эсвэл Фурьегийн хувиргалттай байна.

5.10 Лабораторийн шахагч

10 тонн жингээр дарах лабораторийн зориулалтын шахагч байна. Шахагч нь дээжний агаарыг сорох зориулалтын вакуум насосоор тоноглогдсон байж болно.

5.11 Шахмал бэлтгэх хэв

13 мм-ийн шахмал дээж бэлтгэх зориулалтын хэв

5.12 Шатаах зуух

600°C хүртэл шатаах боломжтой лабораторийн зориулалтын шатаах зуух

5.13 Тигель

40-50 мм-ээс багагүй диаметр, шатаах зуухны зориулалтын, тагтай тигель

5.14 Уур, нухуур

50 мм диаметртэй хаш эсвэл гартаам уур, нухуур

5.15 Метал жижиг халбаг

Дээж бэлтгэлийн үед 0.2-0.3 гр кали бромид хутгаж авахад ашиглана.

5.16 Чимхүүр

Шүдэрхэг биш, соронзлогдохгүй чимхүүр

5.17 Эксикатор

Шахмал дээжийг хадгалах зориулалттай

5.18 Тэмээний үсэн багс

Дээж бэлтгэлийн үед ашиглана.

5.19 Пергамин(калкен цаас)/жингийн завь

Кали бромидыг жинлэхэд ашиглана.

5.20 Мембран филтерийн аппарат (47-мм)

5.21 Хатаах шүүгээ

120°C хүртэл халаах боломжтой лабораторийн хатаах шүүгээ

5.22 Стандарт сорьц

Цулцанд нэвтэрдэг талст цахиурын анхдагч баталгаажсан харьцуулах материал: NIST SRM 1878b (quartz), NIST SRM 1879a (cristobalite)

5.23 Калийн бромид (KBr)

Нил улаан туяаны спектрийн шинжилгээний зориулалтын.

5.24 Каолинит (kaolin)

Баталгаажсан харьцуулах материал.

5.25 Ионгүйжүүлсэн ус

≥18 MΩ-см эсэргүүцэлтэй.

5.26 2- пропанол, урвалжийн зэрэгтэй.

5.27 Этанол

95% тоног төхөөрөмж цэвэрлэгээнд хэрэглэнэ.

5.28 Давсны хүчил (HCl)

9% w/w.* 25 мл концентрацитай HCl (37% w/w) -ийг 50 мл ионгүйжүүлсэн ус дээр нэмээд хөргөж ионгүйжүүлсэн усаар 100 мл хүртэл дүүргэнэ.

5.29 Шалгалт тохируулгын стандарт

0.5% w/w. 5 г KBr (110°C-д шөнийн турш хатаасан)-ийг 25 мг кварцыг маш нарийвчлалтай жинлэн авч сайтар холино. Саванд хийж эксикаторт хадгална.

Анхааруулга: Сорьц цуглуулах, сорьцийг шинжилгээнд бэлтгэх, шинжилгээ хийх үед зохих хувийн хамгаалах хэрэгслийг өмсөнө. Ялангуяа концентрацитай хүчилтэй ажиллах үедээ тохиромжтой бээлий, нүдний шил, халаатыг өмссөн байна. KBr нь хүчтэй хүчлүүдтэй нийцдэггүй болохыг анхаарна уу. Этанол ба 2-пропанол нь шатамхай бодисууд юм. Цахиурын тоос болон хүчлийн уураар амьсгалахаас болгоомжлох хэрэгтэй. Сорьц шинжилгээнд бэлтгэх болон шинжилгээ хийхдээ бохирдлыг маш сайн цэвэрлэсэн, агааржуулалт сайтай цэвэр орчинд гүйцэтгэнэ. Хэрэв арьсанд хүчил хүрвэл нэн даруй крантны усаар угаана.

6 Сорьц цуглуулалт, жинлэлтийн шинжилгээ

6.1 Ажлын байранд ажилтны амьсгалын түвшингээс цулцанд нэвтэрдэг тоосны сорьц цуглуулалт, жингийн концентраци тодорхойлох шинжилгээ MNS 6657 стандартаар тогтоосны дагуу хийгдэнэ.

6.2 Сорьц цуглуулсан агаарын эзлэхүүн, тоосны сорьцны жинлэлтийн дүн нь талст цахиурын эзлэх хувь, концентрацийг тооцоолж олоход ашиглагдана.

7 Дээж бэлтгэл

7.1 Бланк болон сорьцыг шинжилгээнд бэлтгэхдээ дараах аргуудын нэгийг ашиглана:

- a. Нам температураар (РД плазм) үнсжүүлэх: Цэвэрхэн ажлын талбайд хөнгөн цагаан тавгуудыг дугаарлан кассетнаас филтерүүдийг зөөж хийнэ. Бага температураар үнсжүүлэгчид тавгуудыг хийнэ. Ингэснээр сорьц плазмд өртөх байдал тогтворжино. Сорьцуудыг үнсжүүлэхдээ үйлдвэрийн зааврыг дагана. Үнсжүүлэгч атмосферийн даралттай болсны дараа болгоомжтой тавгуудыг гаргаж авна.
- b. Шатаах зуух: Жишээ нь тодорхой хэмжээний кальцит агуулсан (цуглуулсан нийт тоосны 20%-оос их) сорьцыг 7.1.б.1 заавраар HCl-оор филтерийг угаана. Бусад сорьцуудыг 4.б.2 үйлдлийг дагана.

- I. Шүүх аппаратанд 47 мм-ийн диаметртэй, 0.5 мкм -ийн нүхтэй PVC филтерээ тавина. Сорьцтой 37 мм-ийн диаметртэй филтерээ кассетнаас авж 47 мм-ийн диаметртэй PVC филтерийн голд нь зөөж хийнэ. Цахиур агуулсан холимогийг фильтер дээр хуримтлагдсан тоосыг бүрэн хамруулж уусмалаар угаана. 10 мл 9%-ийн HCl болон 5 мл 2-пропанол нэмж 5 мин байлгана. Юүлүүрт байгаа хүчил болон спиртийг зөөлөн соруулж вакуумуулна. Ионгүйжүүлсэн 10 мл усаар 3 дарааллан угаана. Вакуумыг салгана.
- II. Шаазан тигельд сорьцтой 37 мм-ийн диаметртэй филтерүүд болон бланкыг хийж сул таглаж шатаах зууханд 2 цаг 600°C (хэрэв бал чулуун бол 800°C)-д үнсжүүлнэ. Өрөөний температуртай болтол хөргөнө.

7.2 Сорьц тус бүрд 0.1 мг-ийн нарийвчлалтайгаар ойролцоогоор 300 мг KBr жинлэн авч нэмээд 110°C-д шөнийн турш хатаана. Сорьцын үлдэгдлийг (дээрх үнсжүүлэх ажлын явцаас үлдсэн) нухуураар KBr-той хольно /уур нухуураар нэгэн жигд болтол хольно. Хольсны дараа пергамин цаас болон тэмээний үсэн багс ашиглан ямар ч үлдэгдэлгүйгээр 13 мм-ийн хэвэнд хийнэ. Сорьцтой хэвээ лабораторийн шахагчиндаа байрлуулж KBr-той шахмал сорьц бэлтгэхэд шаардагдах даралтаар дарна. Шахаж дууссаны дараа 0.1 мг-ийн нарийвчлалтайгаар жинлэж, анхны нэмсэн KBr-ийн жин, бэлтгэсэн шахмалын жингийн харьцааг тооцно. Сорьц хооронд сорьцтой харьцах багажуудыг этилийн спиртээр цэвэрлэнэ.

8. Тохируулга ба чанарын хяналт

8.1 Хамгийн багадаа 5 ажлын стандарт KBr- той шахмал бэлтгэнэ. Стандартуудыг анхдагч баталгаажсан харьцуулах материалаар бэлтгэх шаардлагатай.

Санамж: Тохирох баталгаажсан харьцуулах стандартуудад анхдагч харьцуулах материалууд NIST SRMs 1878b (quartz) and 1879a (cristobalite) [15] орно; шалгалт тохируулгын стандартын дагуу хоёрдогч харьцуулагч материалыг ашиглах нь НУТ-ны хэмжилтэнд тохирохгүй [12, 20].

- a. 0.001 мг-ийн нарийвчлалтай 10 – 20 мкг цулцанд нэвтэрдэг талст цахиур агуулсан анхдагч баталгаажсан харьцуулах материалыг жинлэж авна.
- b. 300 мг KBr – ийг (0.001 мг-ийн нарийвчлалтай) нарийвчлан жинлэж нэмнэ. Алхам 5 –д зааснаар KBr – ийн шахмал бэлтгэнэ. Бэлтгэсэн шахмал / хатуу бодисын нэмсэн жингийн харьцааг тооцоолно.
- c. Шинжилгээний аргын дагуу (алхам 9) тохируулгын стандартууд KBr – ийн шахмал бүрийг шингээлтийн 800⁻¹ мужид хэмжинэ. Шингээлт болон SiO₂ (мкг) ын массаар байгуулна.

8.2 Бага температураар үнсжүүлэгчийг ашиглаж байгаа тохиолдолд (алхам 4.а.) болон цуглуулсан дээжүүдийн матрицад каолинит байгаа нь мэдэгдэж байгаа бол 100 – 600 мкг каолинит агуулсан KBr – ийн хамгийн багадаа 5 ширхэг шахмал бэлтгэнэ. Шингээлтийн 800 см⁻¹ (RCS) and 915 см⁻¹ (каолинит) мужид хэмжинэ. Каолинит агуулсан сорьцуудын 800 см⁻¹ муж дах шингээлтийн утгыг засахын тулд цулцанд нэвтэрдэг талст цахиур болон каолинитийн пик хоорондын холбоог ашиглана [21].

8.3 Сорьц бэлтгэх явц (алхам 4, 5) -д бохирдол болон алдагдлыг хянахын тулд

зөөвөрлөлтийн хоосон сорьц болон хэмжээ нь мэдэгдэж байгаа цулцанд нэвтэрдэг талст цахиур (кварц)- тай шүүлтүүрийг хэрэглэнэ.

Санамж: Энэ аргыг хэрэглэгчдэд геохими болон минералогийн мэдлэг олгох сургалтанд хамрагдахыг зөвлөж байна. Аналитик химичид НУТ-ны спектрометрийг (ж.нь, органик шинжилгээ хийхэд) түгээмэл хэрэглэдэг боловч НШТЦ агуулсан эрдэслэг дээжүүдийн спектрийг зөв тайлах, мөн саадууд болон эрдсийн хувиралтыг тооцдог байх шаардлагатай байдаг.

9 Шинжилгээ

9.1 Нил улаан туяаны спектрометрийг шингээлтийн горимд тохируулах ба тоон шинжилгээний зохих тохиргоонд тохируулна. Сорьц тогтоох хэсэгт КВг шахмалыг байрлуулж, 4 см^{-1} ба түүнээс нарийвчлалтайгаар спектрийг 400 см^{-1} -ээс 1000 см^{-1} дээр тааруулна. КВг шахмалаа 45° -г эргүүлж дахин уншуулна. 2 давталттай 4 удаа уншуулна. Ойролцоогоор $820 - 670\text{ см}^{-1}$ мужаас 800 см^{-1} дээрх шингээлтийн долгион доогуур тохиромжтой суурь шугамыг зурна. Шингээлтийн нэгж дээрх 800 см^{-1} дээд цэгээс суурь шугам хүртэл шингээлтийг хэмжинэ. КВг шахмал сорьц тус бүрийн шингээлтийн дөрвөн утгыг дундажлана.

Санамж: 800 см^{-1} мужид пик жижиг байвал пикийн өндрийг нэмэгдүүлэхийн тулд босоо тэнхлэгийг сунгана.

9.2 Хэрэв сорьцыг бага температурт үнсжүүлэх бол (Алхам 4.а.) каолинит хамгийн ихдээ 915 см^{-1} шингээлтийн долгионоор илэрнэ. Ойролцоогоор $960-860\text{ см}^{-1}$ мужаас 915 см^{-1} дээрх шингээлтийн долгион доогуур тохиромжтой суурь шугамыг зурна. 915 см^{-1} пикийн хамгийн их дээд цэгээс суурь шугам хүртэл шингээлтийг хэмжинэ.

10 Тооцоолол

10.1 Каолинит агуулсан сорьцыг (шаардлагатай бол) залруулахын тулд 915 см^{-1} мужид хэмжигдсэн шингээлтийг ашиглах (Алхам 10) бөгөөд 800 см^{-1} мужид НШТЦ-ын залруулсан шингээлтийг тогтоохын тулд каолинитийн муруй (Алхам 6)-г харна уу. Алхам 13 дах энэ залруулсан НШТЦ-ын шингээлтийн утгыг ашиглана.

9.3 Каолинитыг залруулах шаардлагагүй бол жиших муруйнаас НШТЦ (ж.нь: кварц)-ын жинг (W_s , мкг) тодорхойлохын тулд 800^{-1} мужид хэмжигдсэн шингээлтийг (залруулаагүй) ашиглана.

9.4 НШТЦ (W_s , мкг) -ын жинг агаар соруулсан эзэлхүүн $V(L)$ -д харьцуулж концентрацийг C (мг / м³) тооцоолно:

$$C = [W_s / V], \text{ мг / м}^3$$

9.5 Хэрэв НШТЦ (% Q) хувийг мэдэх шаардлагатай бол НШТЦ-ын жин W_s ($\mu\text{г}$) -г нийт сорьцын жин W_t (мкг) -д хуваана:

$$\%Q = [W_s / W_t] \times 100$$

11 Аргын нарийвчлал ба хэмжлийн эргэлзээ

Энэхүү аргын нарийвчлал, хэмжлийн эргэлзээг тооцох судалгааг 400л агаараас цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг тоосны $0.025 - 0.4\text{ мг/м}^3$ болон 1000л агаарын цулцанд

нэвтэрдэг тоосны 0.25 мг/м^3 концентрацитай нөхцөлд тодорхойлсон. Кварц болон кристобалит нил улаан туяаны 800 см^{-1} шингээлтийн мужид байх ба сорьцонд хоёулаа байх тохиолдолд хэмжигдэх боломжтой, харин тридимитийг НУТ-ны спектрометрээр тодорхойлох боломжгүй боловч ажлын байранд бараг тохиолдохгүй.

11.1 Хэмжилтийн хязгаар

$0.025\text{--}0.4 \text{ мг/м}^3$ цулцанд нэвтэрдэг тоосны концентрацитай 400-1000 л эзлэхүүнтэй агаараас цуглуулсан нэг сорьцонд 5-160 мкг

11.2 Илрүүлэлтийн доод хязгаар

$0.025\text{--}0.4 \text{ мг/м}^3$ цулцанд нэвтэрдэг тоосны концентрацитай 400-1000 л эзлэхүүнтэй агаараас цуглуулсан нэг сорьцонд 5 мкг

11.3 Хэмжилтийн эргэлзээ

30 мкг цахиурын давхар исэлд $\pm 15\%$ -аас бага. Хэмжлийн өргөтгөсөн эргэлзээ $\pm 18\%$ -аас бага

11.4 Хөндлөнгийн саад

Нил улаан туяаны 800 см^{-1} мужид аморф цахиур, каолинит, мусковит, талк, албит, вэрмикулит ба бусад эрдсүүд шингээгдэх нь цулцанд нэвтэрдэг талст цахиур хэмжихэд боломжит саад болно (Хавсралт А)[5,10]. Боломжит саадуудыг фосфорын хүчлээр цэвэрлэж зайлуулж болно [11]. Тоосонд кальцит 20%-иас их тохиолдолд шатааж үнсжүүлэх үед кварцтай урвалд орж сөргөөр нөлөөлдөг [11, 12]. Энэ аргаар дээж бэлтгэх нь хөндлөнгийн саадыг хамгийн бага хэмжээнд бууруулах боломжийг олгодог.

11.5 Талст цахиур тодорхойлох бусад арга

Энэ шинжилгээний арга нь CAS 7603 дугаар аргатай төстэй бөгөөд сорьц бэлтгэх арга нь КВг-ийг ашигладагаараа ялгаатай юм[13]. Мөн цахиурын давхар ислийг рентген туяаны (NIOSH 7500-р арга) шингээлт болон спектрометрээр (CAS 7601) тодорхойлдог. Рентген туяаны шингээлтийн аргаар дээрхи гурван бодисын элементийн хэмжээг тодорхойлохоос биш нунтаг байдалтай цахиурын давхар ислийг дангаар нь тодорхойлдоггүй.

11.6 Аргын үнэлгээ

Олон төрлийн туршилт судалгаанаас харахад НШТЦ-ын КВг шахмал НУТ-ны аргын үр дүнгийн аналитик тооцоог Ref. [14]- д хураангуйлав. Филтерт сорьц цуглуулахдаа 2 л/мин урсгалын хурдтай 300 – 1000 л хооронд эзэлхүүнээр цулцанд нэвтэрдэг тоос цуглуулахад зориулсан циклон ашиглан цуглуулсан. Плазман үнсжүүлэгч эвсэл шатаах зууханд үнсжүүлж, КВг-той нэгэн төрөл болтол хольсны дараа хэвэнд шахсан. Бэлтгэсэн КВг шахмалаа НУТ спектрометрээр шинжилэв. Энэ аргаар бэлтгэсэн кварцын баталгаажсан харьцуулах материал болон хөндлөнгийн саадыг залруулсан НУТ-ны багажны хариутай харьцуулж цулцанд нэвтэрдэг талст цахиурын агуулгыг хэмжсэн. Холбогдох аналитик шинжилгээнүүд нь дээж тус бүрээс 3-аас 900 мкг байсан ба тооцоолсон аргын илрүүлэх хязгаар (MDLs) нь 5 мкг ба түүнээс бага байсан.

Нарийвчлал тооцоход харьцангуй стандарт хазайлт 30 мкг цулцанд нэвтэрдэг талст цахиурын масстай сорьц тус бүрд 0.15 ба түүнээс бага байсан. Энэхүү аргыг илүү оновчтой болгохын тулд НШТЦ-ын сорьцыг [20] баталгаажсан харьцуулах материалын ширхэгийн хэмжээ тархалттай тааруулж НУТ-ны багажны хариунд ширхэгийн хэмжээний нөлөөг хамгийн багасгахад хэрэглэсэн. НУТ-ны KBr шахмал аргыг төрөл бүрийн ажлын байрууд тухайлбал, нүүрсний уурхайнууд [7,8,22], барилгын талбай [23], боржин чулууны карьерууд [9], алтны уурхай [24]-д цуглуулсан цулцанд нэвтэрдэг тоосны талст цахиурын агууламжийг хэмжихэд ашигладаг. KBr шахмалын аргыг ашигладаг лабораториуд лаборатори хоорондын ур чадварын шинжилгээний сорилтын хөтөлбөрд амжилттай оролцсон [3,25,26].

12 Тайлан

Энэхүү аргаар гүйцэтгэсэн шинжилгээний тайланд хэмжилтийн тайланд дараах мэдээллүүдийг багтаана.

- a) Энэхүү стандартыг ашигласан талаар иш татах
- b) Сорьцны дугаар
- c) Сорьц цуглуулж эхэлсэн болон дууссан хугацаа
- d) Сорьц цуглуулах үеийн агаар соруулсан хурд
- e) Сорьцны төрөл: хувь хүний эсвэл талбайн сорьц
- f) Сорьц цуглуулсан ажлын байрны талаарх мэдээлэл
- g) Шинжилгээний үр дүн: Цулцанд нэвтэрдэг тоосны концентраци, таслт цахиурын агууламжийн хувь, концентраци
- h) Сорьц цуглуулалт, шинжилгээний үеийн ямар нэг стандарт бус үйл ажиллагаа
- i) Аргачлалтай холбоотой бусад мэдээлэл
- j) Шинжилгээний тайланг бичсэн хүний нэр, гарын үсэг

Ном зүй

1. ACGIH [2017] TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
2. Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA) [2017]. GESTIS international limit values, <http://limitvalue.ifa.dguv.de/>.
3. Harper M, Sarkisian K, Andrew M [2014]. Assessment of respirable crystalline silica using Proficiency Analytical Testing results from 2003-2013. *J Occup Environ Hyg* 11:D157-D163.
4. NIOSH [2016]. Development and evaluation of methods (Chapter ME). By Kennedy ER, Fischbach TJ, Song R, Eller PM, Hull RD. In: NIOSH manual of analytical methods, 5th ed.; Ashley K, O'Connor PF, eds. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2014-151.
5. Ojima J [2003]. Determining crystalline silica in respirable samples by infrared spectrophotometry in the presence of interferences. *J Occup Health* 45:94-103.
6. NIOSH [1977]. Method P&CAM 100 - Quartz in coal dust by infrared spectroscopy. In: Taylor DG, ed. NIOSH manual of analytical methods, 2nd ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) Publication No. 77-157.
7. Larsen DJ, von Loenhoff LJ, Crable JV [1972]. The quantitative determination of quartz in coal dust by infrared spectroscopy. *Am Ind Hyg Assoc J* 33:367-372.
8. Dodgson J, Whittaker W [1973]. The determination of quartz in respirable dust samples by infrared spectrophotometry – 1: The potassium bromide disc method. *Ann Occup Hyg* 16:373-387.
9. Cares JW, Goldin AS, Lynch JJ, Burgess WA [1973]. The determination of quartz in airborne respirable granite dust by infrared spectrophotometry. *Am Ind Hyg Assoc J* 34:298-305.
10. Taylor DG, Nenadic CM, Crable JV [1970]. Infrared spectra for mineral identification. *Am Ind Hyg Assoc J* 31:100-108.
11. Talvitie NA [1951]. Determination of quartz in the presence of silicates using phosphoric acid. *Anal Chem* 23:623-626.
12. NIOSH [2003]. Determination of airborne respirable silica (Chapter R). By Key-Schwartz RJ, Baron PA, Bartley DL, Rice FL, Schlecht PC. In: NIOSH manual of analytical methods, 4th ed.; Schlecht PC, O'Connor PF, eds. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
13. NIOSH [2003]. Methods 7603 and 7500. In: NIOSH manual of analytical methods, 4th ed.; Schlecht PC, O'Connor PF, eds. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
14. ASTM International [2014]. ASTM D7948, Standard test method for measurement of respirable crystalline silica in workplace air by infrared spectrometry. West Conshohocken, PA: ASTM International.

15. NIST [no date]. Standard reference materials (SRMs). Gaithersburg, MD: U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, <https://www.nist.gov>. Date accessed: July 25, 2017. Technology (NIST), Standard Reference Materials (SRMs); www.nist.gov (Accessed August 2016).
16. Stacey P, Mecchia M, Verpaele S, Pretorius C, Key-Schwartz R, Mattenklott M [2014]. Differences between samplers for respirable dust and the analysis of quartz – An international study. In: Silica and Associated Respirable Mineral Particles (ASTM STP 1565); Harper M, Lee T, Eds. W. Conshohocken, PA: ASTM International; pp. 73-102.
17. Lee T, Lee EG, Kim SW, Chisholm W, Kashon M, Harper M [2012]. Quartz measurement in coal dust with high-flow rate samplers – Laboratory study. *Ann Occup Hyg* 56:413-425.
18. ISO [1995]. Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
19. Verpaele S, Jouret J [2013]. A comparison of the performance of samplers for respirable dust in workplaces and laboratory analysis for respirable quartz. *Ann Occup Hyg* 57:54–62.
20. Stacey P, Kauffer EM, Moulut J-C, Dion C, Beauparlant M, Fernandez P, Key-Schwartz RJ, Friede B, Wake D [2009]. An international comparison of the crystallinity of calibration materials for the analysis of respirable α -quartz using x-ray diffraction and a comparison with results from the infrared KBr disc method. *Ann Occup Hyg* 53:639-649.
21. Lee T, Chisholm WP, Kashon M, Key-Schwartz RJ, Harper M [2013]. Consideration of kaolinite interference correction for quartz measurements in coal mine dust. *J Occup Environ Hyg* 10:425-434.
22. Bandyopadhyay AK [2010]. Determination of quartz content for Indian coals using an FTIR technique. *Int J Coal Geol* 81:73-87.
23. Virji MV, Bello D, Woskie SR, Liu XM, Kalil AJ [2002]. Analysis of quartz by FTIR in air samples of construction *Appl Occup Environ Hyg* 17:165-175.
24. Verma DK, Sebestyen A, Julian JA, Muir DCF [1992]. A comparison of two methods of sampling and analysis for free crystalline silica α -quartz. *Appl Occup Environ Hyg* 7:758-763.
25. Shulman SA, Groff JH, Abell MT [1992]. Performance of laboratories measuring silica in the Proficiency Analytical Testing program. *Am Ind Hyg Assoc J* 53:49-56.
26. Stacey P, Tylee B, Bard D, Atkinson R [2003]. The performance of laboratories analyzing α -quartz in the Workplace Analysis Scheme for Proficiency. *Ann Occup Hyg* 47:269-277.

Хавсралт А

(мэдээллийн)

**Шинжилгээний явцад тохиолдож болох боломжит эрдсийн тохиолдлууд,
тэдгээрийн шинж чанар бүхий НУТ мужууд (450-1000 см⁻¹)**

Эрдэс	Үндсэн / хөндлөнгийн пик, см ⁻¹	Таних пик, см ⁻¹
Кварц	800, 780	694, 512, 467
Кристаллит	798	623, 490
Тридимит	789	617, 476
Аморф цахиур	800	464
Каолинит	795, 754	915, 547, 474
Мусковит	800, 750	535, 481
Муллит	837, 748	556, 468
Пирофиллит	830, 814	948, 477, 457
Албит	788, 746	726, 652, 598, 470
Монтмориллонит	797	918, 668, 526, 470
Дафнит	798, 771	667, 610, 539, 467
Анортит	760, 730	577, 538, 481
Ортоклаз	765, 745, 730	645, 593, 540
Талк	797, 778	668, 641, 620
Вермикулит	810, 755	685, 510