



### Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн судалгаа

А.Анхтуяа\*, Ж.Намхайноров, М.Батцэцэг, С.Батбилэг, Д.Батхишиг, Б.Пүрэвсүрэн

*Шинжлэх ухааны академи, Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330, Монгол улс*

\*E-mail: ankhtuya36@gmail.com

Хүлээн авсан: 15.10.2018

Хяналтанд: 03.11.2018

Хэвлэлтэнд авсан: 15.11.2018

**Хураангуй:** Нүүрсийг агааргүй орчинд халуун задралд оруулахад хатуу, шингэн болон хийн бүтээгдэхүүн үүсэх ба чухал бүтээгдэхүүн нь шингэн бүтээгдэхүүн болох давирхай юм. Пиролизын давирхайн нарийвчилсан судалгаа нь тухайн нүүрсний цаашдын боловсруулалт болон хэрэглээнд онолын суурь мэдлэг болж өгдөг. Адуунчулууны ордын нүүрсний техникийн шинжилгээ (үнс, чийг, дэгдэмхий, илчлэг), элементийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлж уг ордын нүүрсийг халуун задралд (пиролизд 550-600 °C температурт) оруулж хий, шингэн (давирхайн задралын усны гарц 32%), хатуу бүтээгдэхүүний гарцыг тодорхойлж гарган авсан шингэн бүтээгдэхүүн давирхайн бүлгийн бүрэлдэхүүн, нил улаан туяаны спектрийн арга (НУТС), мөн янз бүрийн температурын хязгаарт нэрж гарцыг тогтоов. Мөн түүнчлэн Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн органик хүчил, суурийг нь салгаад үлдсэн саармаг нэгдэлд колонкон хроматограф ашиглан алифатик, ароматик, туйлт нэгдэл гэж ялган хийн хроматограф/масс спектрометр GC/MS-ийн багажит анализын аргаар нүүрсустөрөгчдийн найрлагыг нь тодорхойлоход бензол, нафталин, түүний уламжлал болон спиртүүд ихээр агуулагдаж байгааг тодорхойлов.

**Түлхүүр үг:** *пиролиз, давирхай, ароматик, туйлт, саармаг тос*

#### ОРШИЛ

Нүүрс бол манай улсын эрчим хүчний төдийгүй аж үйлдвэрийн үнэт түүхий эд юм [1]. Нүүрсийг халууны аргаар задлан хагас кокс, давирхай, хийн бүтээгдэхүүн гарган авч эрчим хүч технологийн чиглэлээр ашиглах үндсэн аргуудын нэг нь пиролизын арга юм [2]. Пиролизоос гарган авсан хагас коксыг угаагүй түлш, давирхайг химийн аргаар боловсруулж химийн нэгдлүүд болон шатахуун, шатах тослох материалуудыг үйлдвэрлэхэд хэрэглэдэг [3]. Пиролизын давирхайн найрлаганд ханасан ханаагүй парафинууд, ароматик нүүрсустөрөгчид, нафтен, полицагирагт нүүрсустөрөгчид, эфир, фенол, суурь, кетон, карбон хүчлүүд, хүхэрт нэгдлүүд гэх мэт бодисууд агуулагддаг бөгөөд энэ нь хар хүрэн өнгөтэй, өтгөн урсамтгай, маш эвгүй үнэртэй, усанд уусдаггүй, органик уусгагчид уусдаг, янз бүрийн температурт нэрэгддэг шингэн бодис юм. Давирхайг боловсруулан шатахуун, эм, бордоо, тэсрэх ба угаалгын бодис, будаг зэрэг 100 гаруй нэр төрлийн бүтээгдэхүүн, фенол, нафталин, антрацен, карбозол, хиолин, аналлин бензол зэрэг 270 гаруй химийн бодисыг гарган авдаг [4].

#### СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Судалгааны объектоор Адуунчулууны ордын нүүрсийг сонгон авсан ба тус орд нь Дорнод аймгийн

Чойбалсан хотоос 6 км, Улаанбаатар хотоос 665 км-т оршдог. 1962 онд ЗХУ-ын геологичид тус уурхайн ордын баруун урд хэсэгт 1.75 км<sup>2</sup> талбайд нарийвчилсан хайгуулын ажлыг явуулснаар ордын нөөцийг 29.3 сая тонноор тогтоож байв. 1988 онд ордын нүүрсний нийт нөөцийг 423.8 сая тн бөгөөд үйлдвэрлэлийн зориулалтаар /балансын нөөц/ 241.4 сая тн, үүнээс А зэргээр 37.9 тн, В зэргээр 77.7 сая тн, С1 зэргээр 125.6 сая тн гэж тус тус тогтоосон [5]. Судалгаанд Адуунчулууны ордын нүүрсний дээжийг нунтаглан 0.2 мм-ийн шигшүүрээр шигшин аналитик дээж бэлтгэж техник үзүүлэлтүүдийг холбогдох стандарт аргуудаар чийг MNS 0655-79, дэгдэмхий бодисын гарц MNS 562-2001, үнслэг MNS 0654-79, илчлэг MNS 0669-87, хүхрийн агуулгыг MNS ISO 351:2001, нүүрсустөрөгч болон устөрөгчийн агуулгыг MNS ISO 609:2003 стандартын дагуу тус тус тодорхойлов.

**Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын судалгааны арга зүй:** Пиролизын туршилт уудыг төмөр реторт бүхий лабораторийн томруулсан төхөөрөмжинд 600°C-д хийж гүйцэтгэв. 2-5 мм хэмжээтэй нунтагласан дээжийг ретортын эзэлхүүний 1/3 хүртэл хийж ретортыг асбестан жийргэвч ашиглан хий гархааргүй битүү таглана. Ретортоос гарсан төмөр хоолойг резинэн бөглөөний тусламжтайгаар шилэн хөргөгчтэй холбож хөргөгчийн нөгөө үзүүрийг хүлээн авагч колботой

холбоно. Хөргөгчийн гадна талаас хүйтэн усаар хөргөнө. Зуухын халаалтын температурыг милливольтметрээр хянаж, пиролизээр үүссэн уур хийн холимогийг хөргөх замаар шингэрүүлж давирхай байдлаар хүлээн авах колбонд тосч авна. Шингэрээгүй хий гадагшилна. Гарган авсан давирхай ба задралын усыг хамтад нь жингэж гарцыг тодорхойлно. Дараа нь давирхай ба задралын усыг хуваагч юүлүүрийн тусламжтайгаар салгана. Хатуу үлдэгдэл, давирхай, задралын ус зэргийн нийлбэр жинг жингийн аргаар тодорхойлно.

**Нүүрсний давирхайн нэрлэгийн фракцыг тодорхойлох арга зүй:**

Нэрлэгийг явуулахдаа 500 мл-ийн хэмжээтэй цэвэр хуурай колбонд 100 мл давирхай хийж 0-360<sup>0</sup>C хэмжих хуваарьтай термометр байрлуулан нэрлэгийн аппаратыг угсарна. Нэрлэгийг буцааж эхэлсэнээс халаалтын температурыг 180<sup>0</sup>C, 180-330<sup>0</sup>C, 320<sup>0</sup>C-ээс дээш гэсэн температуртын хязгаарт атмосферын даралтанд нэрж хөнгөн, дунд, хүнд гэж фракцлан гарцыг жингийн аргаар тодорхойлно.

**Бүлэг органик нэгдэл тодорхойлох арга зүй:** Усгүйжүүлсэн давирхайг бензолор угаан чөлөөт нүүрсустөрөгчийг ялгасны дараагаар 10%-ийн хүхрийн хүчлийн уусмалаар тунадасжуулан органик суурь тодорхойлж, 5%-ийн натрийн гидрокарбонатаар органик хүчлээ ялган авч, 5%-ийн

**(GC/MS)-ийн анализын арга зүй:**

Нүүрсний пиролизын давирхайнаас органик суурь, хүчлийг нь салгасан саармаг нэгдэлд нүүрсустөрөгчдийн найрлагыг Agilent7890A, Agilent 5975 GC/MS маркын багаж ашиглан Mass spectral library дата банк ашиглан үр дүнгийн боловсруулалт хийсэн. Зуухны температурыг 100<sup>0</sup>C-аас эхэлж 5<sup>0</sup>C/мин хурдтай 220<sup>0</sup>C хүртэл нийт 24 мин 250<sup>0</sup>C температурт 22 мин, нийт 46 мин явуулсан. 1 мл/мин урсгалын хурд бүхий гелийг зөөгч хий болгон ашиглав. Дээж өгөх үеийн температур 250<sup>0</sup>C дээжний эзэлхүүнийг 1μL, 5:10 харьцаагаар авсан. Дээжнээс 0.2 гр жинлэн авч 10 мл гександ уусгана. Багана хроматографийн аргаар дээжийг силикагель ашиглан тодорхой фракцуудад салгасан. Нөхцөл нь: багана-эзэлхүүн 5.0 мл, сорбент-идэвхжүүлсэн силикагель 4.0 гр, уусгагчаар гексан, бензол, дихлорметанд тус бүр 10 мл авч 1 микролитрийг GC/MS-н анализад бэлдсэн.

**ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ**

Адуунчулууны ордын нүүрсний техникийн болон элементийн анализын үзүүлэлтүүдийг стандарт арга зүйн дагуу тодорхойлж үр дүнг *Хүснэгт 1*-д үзүүлэв. Дээрх дүнгээс үзэхэд Адуунчулууны ордын нүүрсний дэгдэмхий бодисын гарц  $V^{daf} = 48\%$ , илчлэг чанар  $Q^{daf} = 6362.6$  ккал/кг,  $C^{daf} = 66.75\%$ , Н/С атомын харьцаа

*Хүснэгт 1. Адуунчулууны ордын нүүрсний техникийн болон элементийн анализын үр дүн*

| Чийг, W % | Үнслэг, A <sup>d</sup> % | Дэгдэмхий бодис, V <sup>daf</sup> % | Илчлэг, Q <sup>daf</sup> Ккал/кг | C <sup>daf</sup> % | H <sup>daf</sup> % | (N+O) <sup>daf</sup> % | S <sup>a</sup> , % | Н/С а.х |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------|
| 20.16     | 13.54                    | 48.00                               | 6362.60                          | 66.75              | 4.93               | 27.65                  | 2.22               | 0.88    |

*V<sup>daf</sup> - үнсгүй хуурай төлөвт байгаа дээжийн дэгдэмхий бодисын хэмжээ.*

идэмхий натрийн уусмалаар фенолт нэгдлүүдээ ялган үүний дараа бензолд ууссан давирхайн эх уусмалыг саармаг болтол нь усаар угааж тунадасжуулан гександ уусгаж асфальтеныг тодорхойлно.

**Нүүрсний НУТ-ын спектрийн судалгааны арга зүй:**

Судалгааг ШУА-ийн Физикийн технологийн хүрээлэнгийн Байгалийн шинжлэлийн лабораторийн НУТ-ын спектрофотометр /FTIR/ багажны тусламжтай гүйцэтгэсэн. Сайтар нунтаглан хатааж стандарт аргаар бэлдсэн дээжийг КВг-той тодорхой жингийн харьцаатайгаар хольж шахагч машинаар шахаж нимгэн тунгалаг шахмал хэлбэрээр шинжилгээнд бэлтгэсэн [6].

**Нүүрсний хийн хроматограф/массе спектрометр**

*Хүснэгт 2. Адуунчулууны ордын нүүрсний хүхрийн хэлбэрүүд*

| Дээж                     | Сульфат S <sup>a</sup> <sub>SO4</sub> , % | Пирит S <sup>a</sup> <sub>S</sub> , % | Органик S <sup>a</sup> <sub>OP</sub> , % | Ерөнхий хүхэр S <sub>t</sub> , % |
|--------------------------|---|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| Адуунчулууны ордын нүүрс | 0.155                                     | 0.72                                  | 1.325                                    | 2.22                             |

0.88 байгаа нь Адуунчулууны ордын нүүрс нь B2 маркын хүрэн нүүрсний ангилалд хамаарагдаж болох юм. Б ангилалын хүрэн нүүрс нь витринитийн ойлтын зэрэг багатай (0.6%-иас бага), дэгдэмхий бодисын гарц өндөртэй (45 %-иас дээш) нүүрс юм. Хүрэн нүүрсийг чийглэгийн агуулгаас нь хамаарч дотор нь технологийн 3 бүлэг болгон хуваадаг.

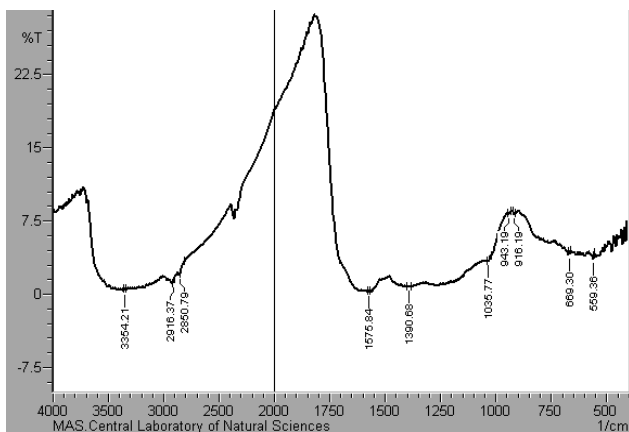
- Б1 ангилалд 40%-иас дээш чийглэгтэй
- Б2 ангилалд 30-40% чийглэгтэй
- Б3 ангилалд 30% хүртэл чийглэгтэй (ОХУ-ын нүүрсний ангилал)

Хүрэн нүүрсийг химийн түүхий эд болон эрчим хүч гарган авахад өргөн хэрэглэнэ [1]. Адуунчулууны ордын нүүрсний хүхрийн хэлбэрүүдийг стандарт аргуудаар тодорхойлж *Хүснэгт 2*-д үзүүлэв. Хүхэр нь

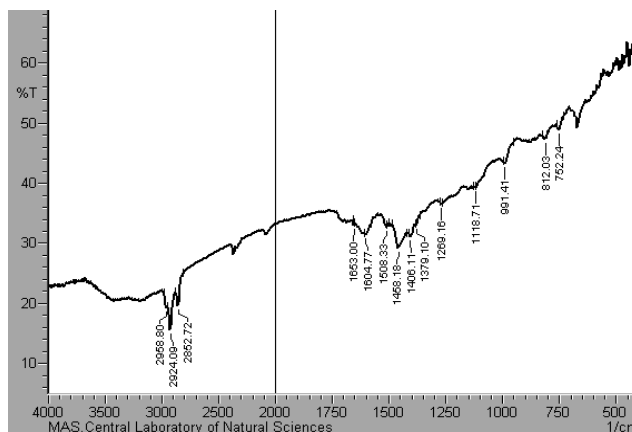
бүх төрлийн нүүрсэнд илэрдэг ба агуулга нь ихэвчлэн 0.2-10% хооронд хэлбэлзэх бөгөөд орших хэлбэрээр нь сульфатын, сульфидын, органик, элемент хүхэр гэж ангилж үзнэ. Эдгээрийн нийлбэрийг нийт хүхэр St гэх ба нийт хүхрийн агуулга 1.5%-аас бага байвал хүхэр багатай, 1.5%-аас их байвал хүхэр ихтэй нүүрс гэж ангилж үздэг [1]. Адуунчулууны ордын нүүрс нь хүхэр (St =2.2%) ихтэй нүүрсэнд хамаарагдаж байна.

Хүхэр их байх тохиолдолд пирит ихэнх хувийг эзэлдэг бол хүхэр багасахад органик хүхэр дийлэнх хувийг эзэлдэг. Нүүрсийг шатаахад пиритийн, органик, элемент хүхэр нь ди ба три оксид хэлбэрт

дүнг *Зураг 1*-д харуулав. *Зураг 1*-ээс үзэхэд нүүрсний эх дээжний НУТС –т ассиоцлагдсан –ОН бүлгүүдийн эрчим багатай өргөн мохоо шингээлтийн зурвас 3354 см<sup>-1</sup> –д, алифатик –CH<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>, CH бүлгүүдийн шингээлт 2850-2916 см<sup>-1</sup>-д карбон хүчлийн үлдэгдэл болон нийлмэл эфирийн C=O бүлгийн шингээлт 1756 см<sup>-1</sup>–д, ароматик ба алифатик язгууртай холбогдсон –CH<sub>2</sub> ба –CH<sub>3</sub> бүлгүүдийн мөн энгийн ба нийлмэл эфирийн –O- бүлгүүдийн шингээлт 1390 см<sup>-1</sup>–д, фенол ба спиртийн –C-O- бүлгүүдийн шингээлт 1036 см<sup>-1</sup>–д тус тус ажиглагдаж байна. НУТС-ийн шинжилгээний аргаар тухайн нүүрсэнд алифатик ба ароматик нүүрстөрөгч-нүүрстөрөгч, нүүрстөрөгч-



*Зураг 1. Адуунчулууны ордын нүүрсний НУТСпектрийн анализ*



*Зураг 2. Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайны НУТСпектр*

шилждэг бөгөөд сульфатын хүхэр нь үнсэнд үлддэг. Харин агааргүй орчинд халаах үед хүхэрт устөрөгч ба хүхэрт нүүрстөрөгч үүсгэж дэгддэг. Нүүрсийг эрчим хүчний чиглэлээр ашиглах тохиолдолд хүхэр ихээхэн сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Энэ нь нүүрсний илчлэг буурах, байгаль орчинд муугаар нөлөөлөх, металл эд ангиудыг зэврэлд оруулах зэргээр илрэнэ. Иймд техникийн шинжилгээ хийх үед хүхрийг заавал тодорхойлдог байна. НУТС нь органик материалын бүтцийн талаар ихээхэн үнэ цэнэ бүхий мэдээллийг өгдөг арга юм. Нүүрсний дотоод бүтцийг НУТС-ийн аргаар шинжлэх тусгай стандарт байдаггүй боловч нүүрсний шинжилгээнд ашиглаж болох олон тооны аргачилал боловсрогдсон байна. Адуунчулууны ордын нүүрсийг НУТС-ээр судалж үр

устөрөгч, олифены C=C, ацетилены холбоонууд агуулагдаж байгаа нь харагдаж байна [7]. Адуунчулууны ордын нүүрсэнд пиролизын давирхайн гарц хамгийн их байх тохиромжтой температурыг олохын тулд стандарт кварцан ретортонд пиролизын туршилтуудыг 200-700<sup>0</sup>C-ийн хязгаарт явуулж үр дүнг *Хүснэгт 3*-т үзүүлэв.

Адуунчулууны ордын нүүрсний кварцан ретортын туршилтын дүнгээс харахад температур өсөхөд давирхайн гарц ихсээд 600<sup>0</sup>C хүрээд буурч байна. Пиролизын температур ихсэхэд хийн гарц нэмэгдэж байна. Энэ нь хий өндөр температурт бүрэн конденсацлагдаж чадаагүйтэй холбоотой юм [1]. Халуун задралын үед нүүрсний макромолекулууд (захын радикалууд тасарч мөн гидроксильн болон

*Хүснэгт 3. Адуунчулууны ордын нүүрсний кварцан ретортын пиролизын үр дүн*

| Температур, °C | Хугацаа, мин | Хатуу үлдэгдэл, % | Давирхайн гарц, % | Ус, % | Хийн алдагдал, % |
|----------------|--------------|-------------------|-------------------|-------|------------------|
| 200            | 80           | 81.74             | -                 | 16.16 | 2.10             |
| 300            | 80           | 78.41             | 0.73              | 18.05 | 2.81             |
| 400            | 80           | 65.09             | 1.87              | 23.20 | 10.84            |
| 500            | 80           | 64.25             | 1.91              | 21.74 | 12.10            |
| 600            | 80           | 52.31             | 2.73              | 22.50 | 22.46            |
| 700            | 80           | 52.52             | 2.01              | 21.65 | 23.82            |

**Хүснэгт 4.** Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайн бүлэг органик нэгдэл

| Дээж                  | Чөлөөт нүүрстөрөгч, % | Органик суурь, % | Органик хүчил, % | Фенол, % | Асфальтен, % | Саармаг тос, % |
|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------|--------------|----------------|
| Адуунчулууны давирхай | 16.65                 | 0.55             | 0.80             | 0.22     | 5.00         | 76.78          |

карбоксийн бүлгүүд салдаг) халууны үйлчлэлээр задрах урвалд орж янз бүрийн молекул масс бүхий хий ба шингэн задралын бүтээгдэхүүнүүд мөн нүүрсжсэн хатуу үлдэгдэл үүснэ [8].

Давирхайн гарц хамгийн өндөр байгаа 600<sup>0</sup>С-ийг тохиромжтой температур гэж үзэн пиролизын туршилтыг лабораторийн томруулсан төмөр реторт дээр 550-600<sup>0</sup>С температурт явуулахад давирхай+усны гарц 32%, хатуу үлдэгдэл 46%, хийн бүтээгдэхүүний гарц 22% байгаа нь өмнөх кварцан ретортын туршилттай тохирч байна. Пиролизоор гарган авсан давирхайгаа задралын уснаас нь салгаж усгүй цэвэр давирхайг цааш туршилтанд ашиглав.

Хүснэгт 5-д харууллаа. Хүснэгт-5-аас харахад пиролизын давирхайн нэрлэгийн хөнгөн фракцын гарц 11.82%, дунд фракцын гарц 26.59%, 320<sup>0</sup>С-дээш хүнд фракцын гарц хамгийн их 56,13% байна. Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайд хөнгөн фракцын гарц бага байгаа нь тунгалаг бүтээгдэхүүний гарц бага байна гэж үзэж болох юм. Мөн эдгээр фракцуудыг органик хүчил ба суурь, фенолт нэгдлүүдээс нь салгаж цэвэрлэсний дараа моторын шингэн түлш (хөнгөн фракц), дизелийн түлш, тос тосолгооны материал (дунд фракц), нэрлэгийн үлдэгдэл хүнд фракц нь ердийн нөхцөлд царцанги, барьцалдсан хар өнгөтэй бүтээгдэхүүн

**Хүснэгт 5.** Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн нэрлэгийн фракцын үр дүн

| Нэрлэгийн температур °С | Фракцын гарц, % | Фракцын тайлбар | Фракцын өнгө | Хугарлын илтгэгч, n <sub>D</sub> <sup>20</sup> |
|-------------------------|-----------------|-----------------|--------------|--|
| Б.э-180                 | 11.82           | Хөнгөн          | Шар          | 1.511  |
| 180-320                 | 26.59           | Дунд            | Гүн шаргал   | 1.533  |
| >320                    | 56.13           | Хүнд            | Хар          | -  |
| Алдагдал                | 5.46            | -               | -            | -  |

Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайг НУТС-ийг багажит анализаар судалж үр дүнг Зураг 2-д үзүүлэв. Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн НУТС-ээс харахад –ОН бүлгүүдийн сул шингээлт 3400-3500 см<sup>-1</sup>-д, алифатик –СН<sub>3</sub>- СН<sub>2</sub>- СН- бүлгүүдийн сул шингээлт 2812- 2924 см<sup>-1</sup> –д СООН ба – С-О – бүлгүүдийн шингээлт 1653 см<sup>-1</sup>-д, нийлмэл эфир ба энгийн эфирууд –С-О-, -О- бүлгүүдийн шингээлт 1604 см<sup>-1</sup>-д, нийлмэл эфир ба энгийн эфирийн –О- мөн фенолын ба спиртийн –С-О- бүлгүүдийн эрчим багатай шингээлтүүд 1500-1406 см<sup>-1</sup>-д, ароматик – СН- ийн бүлгүүдийн шингээлт 700-900 см<sup>-1</sup> –д, ароматик ба алифатик язгуураар холбогдсон –СН<sub>4</sub> ба -СН<sub>2</sub> бүлгүүдийн шингээлтүүд 1118-1269 см<sup>-1</sup>-д тус тус ажиглагдаж байна [7]. Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайг бүлэг органик нэгдлүүдийн хэлбэрээр тодорхойлж үр дүнг Хүснэгт 4-д харуулав. Пиролизын давирхайнд саармаг тос хамгийн их гарцтай буюу 76.78%-ийн агуулгатай байна. Давирхайнд саармаг тосны эзлэх хувь өндөр байгаа нь Адуунчулууны ордын нүүрс исэлдсэн хүрэн нүүрс учраас агааргүй орчин дахь халуун задралаар ароматик болон алифатик хэлхээ бүхий энгийн ба нийлмэл эфирийн бүлэг ихээр үүссэнтэй холбоотой гэж үзэж байна. Пиролизын давирхайг буцалж эхэлснээс 180, 180-320, 320< гэсэн температурт атмосферийн орчинд нэрсэн үр дүнг

**Хүснэгт 6.** Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайн саармаг тосны GC/MS-ийн багажит анализын үр дүн

| Алифатик бүлэг                              |                          |        |
|---|--------------------------|--------|
| Таньж тодорхойлогдсон нэгдлүүд              | Эзлэх хувь, %            |        |
| Алкан C <sub>9</sub> -C <sub>28</sub>       | 10.741                   |        |
| Циклоалкан C <sub>9</sub> - C <sub>17</sub> | 5.749                    |        |
| Алкен C <sub>9</sub> -C <sub>14</sub>       | 11.791                   |        |
| Нийт танигдсан                              | 28.281                   |        |
| Нийт танигдаагүй                            | 71.72                    |        |
| Ароматик бүлэг                              |                          |        |
| 1 цагирагт ароматик                         | Бензол түүний уламжлал   | 51.89  |
| 2 цагирагт ароматик                         | Нафталин түүний уламжлал | 33.463 |
| Гетероатомт ароматик нэгдлүүд               |                          | 9.613  |
|   | Нийт танигдсан           | 99.397 |
|   | Нийт танигдаагүй         | 0.603  |
|   | Туйлт бүлэг              |        |
|   | Спиртүүд                 | 12.57  |
|   | Бусад                    | 2.5    |
|   | Нийт танигдсан           | 15.07  |
|   | Нийт танигдаагүй         | 84.93  |

бөгөөд үүнийг зам барилгад холбогч материал болгон ашиглах эсвэл дахин пиролизод оруулан органик бодисууд гарган авахад хэрэглэж болдог [1]. Хийн хроматограф/масс спектр GC/MS-ийн багажит анализыг явуулахдаа нүүрсний пиролизын давирхайг гександ уусган уусмалаас органик суурь, хүчлийг нь хүчил шүлтээр угааж салган авч үлдэгдэл саармаг нэгдлийг өөр өөр туйлшрал бүхий хэд хэдэн фракцад ялгасан. Давирхайн саармаг нэгдэл дэх органик нэгдлүүдийн хоорондын уусах чадварын ялгааг ашиглан силикагелийн колонкны хроматограф ашиглан гексан, толуол, метиленхлорид болон метанолын 1:1 харьцаатай уусгагчид тус бүрд уусгаж идэвхжүүлэн нүүрсний давирхайн саармаг нэгдлүүдийг алифатик, ароматик, туйлт гэж ялгасан. Нүүрсний давирхайнд агуулагдаж байгаа органик нэгдлүүдээс гексан алифатик, толуолд ароматик нэгдлүүд, метиленхлорид болон метанолын 1:1 харьцаатай уусгагчид туйлт нэгдлүүд буюу нүүрсустөрөгчдийн гетероатомт уламжлалууд уусдаг. Хүснэгт 6-д нүүрсний давирхайн саармаг нэгдлийн алифатик, ароматик, туйлт бүлгийн GC/MS-ийн багажит анализын тусламжтайгаар нүүрсустөрөгч нэг бүрийн анализыг явуулж үр дүнг үзүүлэв. Хүснэгт 6-аас харахад Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайн саармаг нэгдэлд агуулагдах алифатик нэгдлүүд ихэнхдээ C<sub>9</sub>-C<sub>28</sub> алкан, циклоалкан, алкен нэгдлүүдийг агуулсан байна. Нүүрсний давирхайн алифатик бүлгийн GC/MS-д нийт 76 алифатик нэгдэл илэрснээс 39 нэгдлийг таньж тодорхойлсон. Нүүрсний давирхайн алифатик нэгдлийн дунд алкан болон алкены агуулга циклоалканаас илүү их байсан. Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн саармаг нэгдлийн ароматик бүлгийн ихэнх нь моноароматик, полицирагт ароматик нэгдлүүд, зарим азот агуулсан гетроцагирагт нэгдлүүд агуулагдаж байна. Нүүрсний давирхайн ароматик бүлгийн GC/MS-д нийт 100 бодис бүртгэгдсэнээс 44 нэгдэл таньж тодорхойлсон. Нүүрсний давирхайн ароматик бүлэгт бензол, нафталин түүний уламжлалууд, гетероатомт ароматик нэгдлүүдийг таньж тодорхойлсоноос ихэнх хувийг бензол түүний уламжлалууд (51.89%) эзэлж байна. Адуунчулууны ордын нүүрсний пиролизын давирхайн саармаг тосны туйлт нэгдэлд спиртийн төрлийн нэгдлүүд ихэвчлэн тодорхойлогдсон байна. Нүүрсний давирхайн ароматик бүлгийн GC/MS-д нийт 100 бодис бүртгэгдсэнээс 18 нэгдэл таньж тодорхойлсон. Мөн азот хүхэр агуулсан нэгдлүүд бага хэмжээтэй байна.

#### ДҮГНЭЛТ

1. Адуунчулууны ордын нүүрсний техник, элементийн анализын дүнгээс үзэхэд уг ордын

нүүрсийг Б2 маркын хүрэн нүүрсний ангилалд хамааруулж болохыг харуулж байна. Пиролизын туршилтаас үзэхэд 550-600°C-д хагас коксын гарц 46%, давирхай ба усны гарц 32% байгаа нь тухайн нүүрс халууны задралд сайн орж байна. Үүнээс үзэхэд Адуунчулууны ордын нүүрсийг гүнзгий боловсруулалтанд ашиглахад тохиромжтой гэж үзэж байна.

2. Судлагдаж буй ордын нүүрсний пиролизын давирхайг атмосферийн орчинд фракцлан нэрэхэд хөнгөн фракцын гарц 11.82%, дунд фракцын гарц 26.59% хүнд фракцын гарц 56.13% байна. Пиролизын давирхайнд бүлэг органик нэгдлийг тодорхойлоход саармаг тос хамгийн гарцтай 76,78% агуулагдаж байна.
3. Адуунчулууны ордын нүүрсний давирхайн саармаг нэгдэлд GC/MS багажит анализын тусламжтай нүүрсустөрөгчдийн найрлагыг тодорхойлоход 36 төрлийн алифатик нүүрсустөрөгчид, 44 төрлийн ароматик нүүрсустөрөгчид, туйлт нэгдэл 18 байгаагаас ихэнхдээ бензол, нафталин тэдгээрийн уламжлалууд болон спиртүүд агуулагдаж байна.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Ж.Нарангэрэл, Нүүрсний хими, технологийн үндэс. Улаанбаатар. 2011. х. 41
2. Ж.Намхайноров, Д.Батхишиг, Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, С.Батбилэг, Ж.Нарангэрэл. Дорнодын Хөөтийн ордын нүүрсний пиролизын давирхайн судалгааны үр дүнгээс. *ШУТИС, эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхтгэл*, vol. 3/186. 2016.
3. В.И.Алехина. Пиролиз бурьх углей. *Новосибирск*. 1973.
4. Ж.Намхайноров, Я.Даваажав ба бусад. Баянтээгийн ордын нүүрсний пиролизын судалгааны дүнгээс. *ШУТИС, эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхтгэл* №4/151. 2014. х.5-9.
5. Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, Р.Эрдэнэчимэг. Монгол орны зарим томоохон ордын нүүрсний судалгаа. *Улаанбаатар*. 2010.
6. Я.Даваажав, Б.Пүрэвсүрэн, С.Батбилэг, Ж.Намхайноров, Нүүрсний химийн задлан шинжилгээ. *Улаанбаатар*. 2013.
7. Д.Монхообор, Г.Батчимэг, Молекулын бүтэц ба спектроскопи. *Улаанбаатар*. 2009.
8. Д.Батхишиг, С.Батбилэг, М.Батцэцэг, А.Анхтуяа, Ж.Намхайноров, Б.Пүрэвсүрэн, А.Ариунаа. Шивээ-Овоогийн ордын нүүрсний пиролизын давирхайн химийн найрлагын судалгаа. *Эрдэм шинжилгээний бүтээл*, №4. 2017. х-80-85.

## Investigation of coal pyrolysis tar of Aduunchuluun deposit

A.Ankhtuya\*, J.Namkhainorov, M.Battsetseg, S.Batbileg, D.Batkhisig, B.Purevsuren

*Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia*

\*E-mail: ankhtuya36@gmail.com

---

Received: 15.10.2018

Revised: 03.11.2018

Accepted: 15.11.2018

---

**Abstract:** The generated products of heating of coal in airless condition are hard residue, condensed liquid and gas. The condensed liquid product or tar is one of the most important product of pyrolysis. Therefore detailed investigation on pyrolysis of brown coal and its tar studies provide basic theoretical knowledge for further thermal processing and application of coal. Have been determined main technical characteristics and elemental composition of the analytical sample of Aduunchuluun coal. The pyrolysis experiments have been performed at different heating temperatures (550-600°C) and determined the yields of pyrolysis products. The optimal heating temperature of pyrolysis of Aduunchuluun coal was chosen 500°C in which the yield of tar was higher (32%). The purified tar was subjected for FTIR analysis. Also the tar organic bases and organic acids are separated from the tar and the residual neutral fractions of pyrolysis tar were divided into several fractions including aliphatic, aromatic and polar. And these fractions analyzed by GC/MS analysis and the determined most important organic substances are derivatives of benzene, naphthalene, phenols and alcohols.

**Keywords:** *pyrolysis, tar, aromatic, polar, neutral composition*

---

© The Author(s). 2018 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v0i5.1074>