

Монгол орны зарим сайн чанарын нүүрсний шинж чанар, халууны боловсруулалт ба идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авах судалгааны дүнгээс

Г.Чинцогт, Б.Пүрэвсүрэн*, С.Батбилэг, М.Батцэцэг, С.Жаргалмаа, Ж.Намхайноров, С.Борхүүхэн

Шинжлэх ухааны академийн Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар, Монгол улс

[*bpurevsuren@mas.ac.mn](mailto:bpurevsuren@mas.ac.mn)

Хураангуй. Монгол орны сайн чанар бүхий зарим нүүрсийг тухайлбал, өмнөд бүсийн сайн чанарын коксждог нүүрс болох Таван толгой, Нарийн сухайт, хойд бүсийн сайн чанарын чулуун нүүрс болох Сайхан-Овоо нүүрсийг тус тус сонгон авч халууны аргаар боловсруулж, нүх сүвэрхэг бүтэцтэй шингээгч ба шүүгч материал гарган авах аргыг боловсруулав. Мөн гарган авсан бүтээгдэхүүний бүтэц байгууламж шинж чанарыг орчин үеийн багаж төхөөрөмжөөр судлан тогтоох зорилготой энэхүү судалгааны ажлыг хийлээ. Үүнд, нүүрсний эх түүхий эдүүдийг бэлтгэж, түүнийг хагас коксжуулалтын аргаар халууны боловсруулалтад оруулж идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авч, усны хэт халсан уураар боловсруулж идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авч түүний гарц, техникийн үзүүлэлтүүд, шингээх ба шүүх чадварыг орчин үеийн нарийн багаж төхөөрөмжүүд ашиглан тогтоолоо.

Түлхүүр үг: Коксждог нүүрс, идэвхжүүлсэн нүүрс, шингээгч ба шүүгч материал

ОРШИЛ

Дэлхийд нүүрсний нөөцөөрөө эхний 10 орны тоонд ордог Манай улсын хувьд 173 тэрбум тонн нүүрсний геологийн нөөцтэй ба түүнээс тогтоогдсон нөөц нь 28 тэрбум тонн юм [1, 2]. Бид сайн чанар бүхий зарим нүүрсний ордууд тухайлбал Монгол орны чанар сайтай нүүрсний төлөөлөл болох Таван толгой [3-5] ба Нарийн сухайт [6-8] ба Сайхан-Овоо [9, 10]-гийн нүүрсийг халууны аргаар боловсруулж нүх сүвэрхэг бүтэцтэй шингээгч ба шүүгч материал [11,12] гарган авах судалгааны үндсэн объект болгон сонгон авлаа [12-16]. Мөн хаягдал органик түүхий эдүүд болох ойн хаягдал ба модны үртэс зоргодос [17, 18], самрын яс [19-21], биомасс, мөн малын гаралтай хаягдал, тухайлбал хүнсэнд хэрэглэх боломжгүй болсон сүүний ээдэмцэр [22-26] малын яс [27, 28] гэх мэт материалууд нь шүүгч материал гарган авах эх үүсвэр болдог. Эдгээр органик түүхий эдүүдийг

үйлдвэрийн аргаар боловсруулж ашигладаг үйлдвэрүүд хөгжөөгүй учраас тухайлбал нүүрсээ маш хямдхан түүхийгээр нь гадаад гаргадаг ба хаягдал түүхий эдүүд нь ашигладаггүй учраас хаа сайгүй хөглөрч байгаль орчныг бохирдуулсаар байна. Нөгөө талаас нүүрсний түүхий эдүүдийг боловсруулж ашиглах үндсэн аргын нэг нь тэдгээрийг халууны аргаар боловсруулж нүх сүвэрхэг бүтэцтэй шингээгч ба шүүгч материал гарган авч хортой ба хаягдал ус ба бусад шингэнүүдийг шүүж цэвэрлэх, архи пивоны үйлдвэрт шүүгч ба тунгалагжуулагч болгож хэрэглэх, хортой утаа ба хийнүүдийг шүүж цэвэрлэх гэх мэт маш олон зүйлд хэрэглэдэг ба манай орон шүүгч ба шингээгч материалуудыг өндөр үнээр буюу 1 тонныг нь 600-700 ам.доллароор, жилдээ 700-800 тонныг гадаадаас худалдаж авч ашиглаж байна. Улаанбаатар болон бусад хотуудын агаар, хөрс ба усны бохирдлын асуудлыг

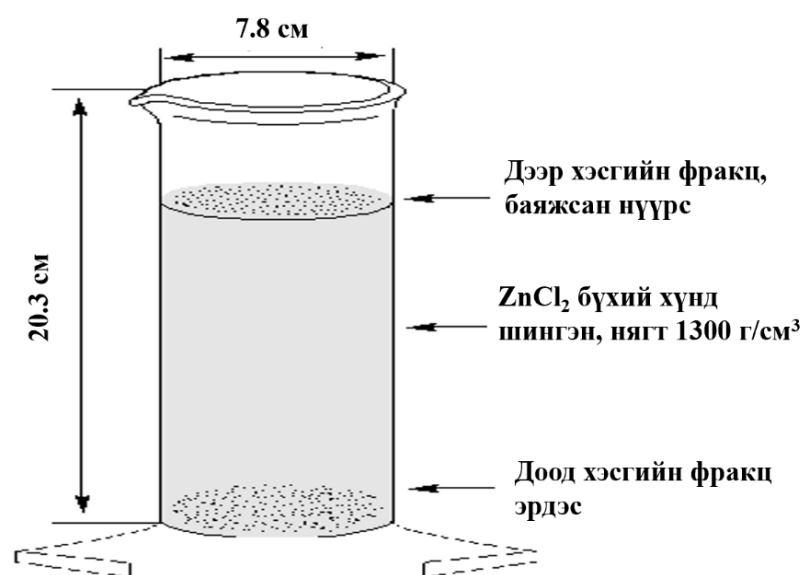
шийдвэрлэхэд эдгээр шингээгч ба шүүгч материалууд хамгийн их хэрэгтэй, тухайлбал хортой ба үйлдвэрийн хаягдал ус бусад шингэнүүдийг шүүж цэвэрлэх, хортой утаа ба хийнүүдийг шүүж цэвэрлэснээр хүн амын хоргүй аюулгүй орчинд амьдарч ажиллах нөхцөлийг бүрдүүлэхэд ач тусаа өгснөөр асар их нийгмийн ач холбогдолтой. Тэгвэл

эдгээр нүүрсийг карбонжуулалтын болон идэвхжүүлэлтийн аргаар боловсруулж гадаадаас өндөр үнээр авдаг идэвхжүүлсэн нүүрсэн шингээгч ба шүүгч материалуудыг гарган авч үйлдвэрлэж агаар, хөрс ба усны бохирдлын асуудлыг шийдвэрлэх нь улс орны эдийн засагт ихээхэн ач холбогдолтой.

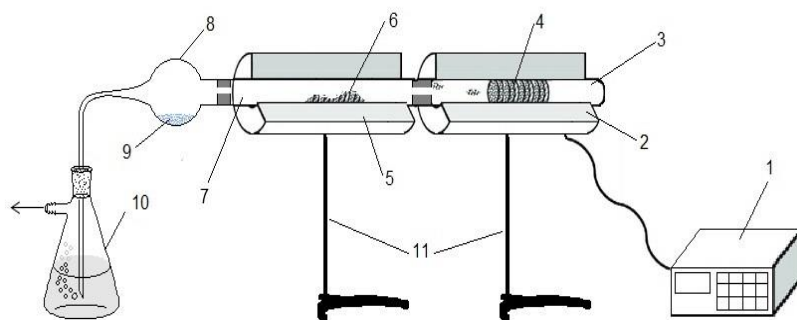
СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ БА АРГА ЗҮЙ

Судалгаанд хэрэглэсэн Таван толгой IVам, Нарийнсухайт, Сайхан-Овоогийн нүүрснүүдээс аналитик дээж бэлтгэхэд - MNS 656-79, нүүрсний чийг тодорхойлоход- MNS 656-79, нүүрсний үнс тодорхойлоход- MNS 652-79, нүүрсний дэгдэмхий бодисын гарц тодорхойлоход- MNS654-79, нүүрсний илчлэг чанар тодорхойлоход- MNS669-87, нүүрсний хүхэр тодорхойлоход- MNS 895-79 стандартуудыг ашиглав. Идэвхжүүлсэн нүүрсний иодын тоог тодорхойлоход- MNS-ASTM D407:2021, метилен хөхийн шингээлт тодорхойлоход-ГОСТ 4453-74 стандартуудыг ашиглав. Нүүрс ба үнсний Нил улан туяа (НУТ)-ны

спектрийг Nicolet 20-PC FTIR спектрометр дээр CsI оптикийн DTGS детектор ашиглан 0.5% маш сайн нунтагласан нүүрсний дээжийг KBr-той хольж бэлтгэсэн диск ашиглан хэмжилтийг гүйцэтгэв. Нүүрсний дээжийн термогравиметрийн шинжилгээг TG/DTA7200 багаж дээр хийв. Хэмжилтийн нөхцөл: нүүрсний аналитик дээж 5-10 мг, халаалтын температурын хязгаар 20-1150°C, халаалтын хурд 20°C/мин, аргон зөөгч хий болно. Нүүрсийг хүнд шингэний аргаар баяжуулах бүдүүвчийг 1-р, карбонжуулах бүдүүвчийг 2-р дугаар, нүүрсийг хэт халсан уураар идэвхжүүлэх бүдүүвчийг 3-р дугаар, нүүрсийг идэвхжүүлэх технологийн бүдүүвчийг 4-р зурагт тус тус үзүүлээ.

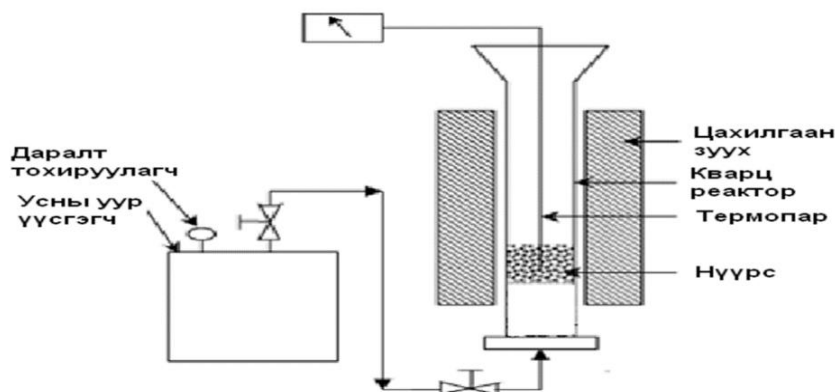


1-р зураг. Нүүрсийг хүнд шингэний аргаар баяжуулах бүдүүвч



2-р зураг. Нүүрсийг пиролизын аргаар карбонжуулж боловсруулах аргын бүдүүвч

1- хянах самбар, 2- зуух, 3- кварцан реторт, 4- дээж, 5- хөргүүр, 6-давирхай, 7- давирхай тосогч, 8- ус тосогч, 9- пиролизын ус, 10- хий цуглуулагч.



3-р зураг. Усны хэт халсан уураар нүүрс идэвхжүүлэх аргын бүдүүвч



4-р зураг. Нүүрс идэвхжүүлэх технологийн бүдүүвч

ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгаанд хамрагдсан Тавантолгой IV, Нарийнсухайт ба Сайхан-Овоогийн нүүрсний ордын ерөнхий мэдээллийг 1-р, техникийн

үндсэн үзүүлэлтүүдийг стандарт аргаар тодорхойлж дүнг 2-р, элементийн найрлагыг 3-р хүснэгтэд тус тус үзүүлэв.

1-р хүснэгт. Судалгаанд хамрагдсан нүүрсний ордууд

№	Нүүрсний ордын нэр	Байршил	Нүүрсний төрөл ба нөөц	Орд нээгдсэн он
1.	Нарийн сухайт	Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт байрладаг, Даланзадгад хотоос 296 км, Улаанбаатар хотоос 849 км.	Сайн чанарын битумт нүүрс, геологийн нөөц нь 125.5 сая тонн.	1994
2.	Сайхан-Овоо	Булган аймгийн Сайхан сумын нутагт байрладаг. Булган аймгийн төвөөс баруун хойш 22 км.	Дээд зэргийн чулуун нүүрс, геологийн нөөц нь 34.7 сая тонн.	1965
3.	Таван толгой IV	Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын нутагт байрладаг. Сумаасаа өмнө зүгт 14 км, Улаанбаатар хотоос 600 км.	Өндөр чанарын коксждог нүүрс, геологийн нөөц нь 6.4 тэрбум тонн.	1966

2-р хүснэгт. Техникийн шинжилгээний дүн

Нүүрсний дээж	Чийг, W ^a %	Үнс, A ^d %	Дэгдэмхий бодис, V ^{daf} %
Таван толгой IV	0.95	10.7	28.0
Нарийн сухайт	3.65	11.1	34.0
Сайхан овоо	2.54	8.7	7.6

2-р хүснэгтээс үзэхэд эдгээр нүүрснүүд нь чийг ба үнс багатай, дэгдэмхий бодисын гарцаараа Сайхан-Овоогийн нүүрс хамгийн бага, Таван толгой IV ба

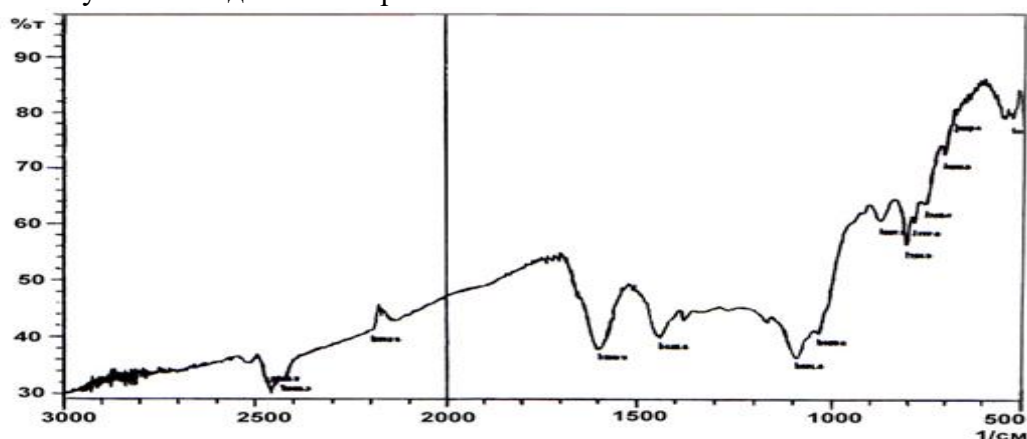
Нарийнсухайтын нүүрснийх дунд зэргийн гарцтай байгаа нь хүрэн нүүрснийхээс бараг 2 дахин бага байна.

3-р хүснэгт. Ордуудын нүүрсний элементийн шинжилгээний дүн

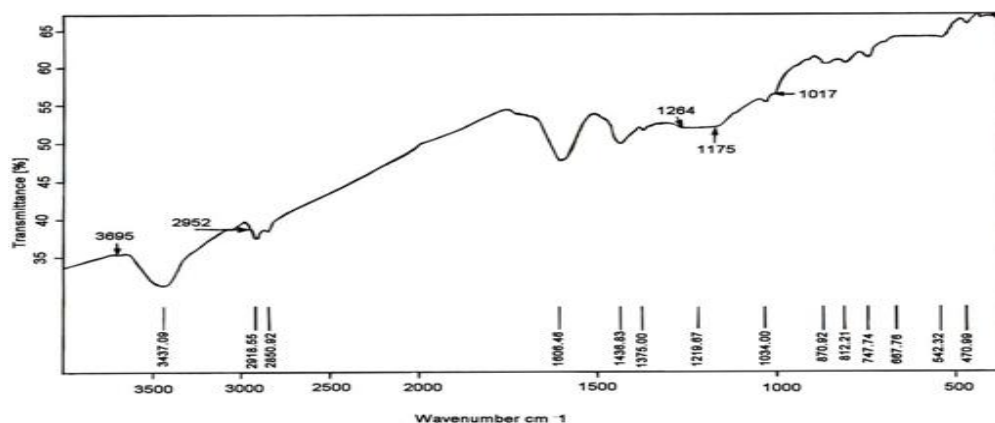
Дээжүүд	C, %	O, %	S, %	N, %	H, %
Таван толгой IV	76.4	0.6	0.5	2.3	4.5
Нарийн сухайт	68.6	9.1	0.8	0.9	4.3
Сайхан-Овоо	80.0	0.8	0.2	1.6	2.0

3-р хүснэгтээс үзэхэд нүүрстөрөгчийн хэмжээ хамгийн их ба хүчилтөрөгч, азот, устөрөгч, хүхэр маш бага хэмжээтэй байна. 2 болон 3-р хүснэгтэд үзүүлсэн дүнг нэгтгэн дүгнэвэл, Таван толгой IV ба Нарийнсухайтын нүүрс нь сайн чанарын битумт коксждог КЖ маркийн

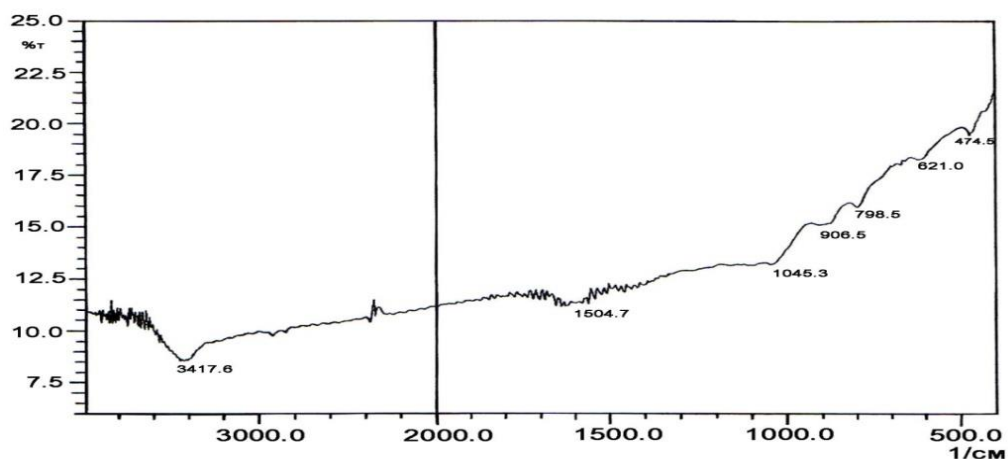
нүүрс харин Сайхан-Овоогийн нүүрс нь сайн чанарын антрацитын төрлийн хатуу чулуун нүүрс болохыг баталж байна. Судалгаанд ашигласан нүүрсний НУТС-ийн шинжилгээний дүнг 5-7-р зурагт тус тус үзүүлэв.



5-р зураг. Тавантолгойн ордын нүүрсний НУТ-ны спектр



6-р зураг. Нарийн сухайтын ордын нүүрсний НУТ-ны спектр

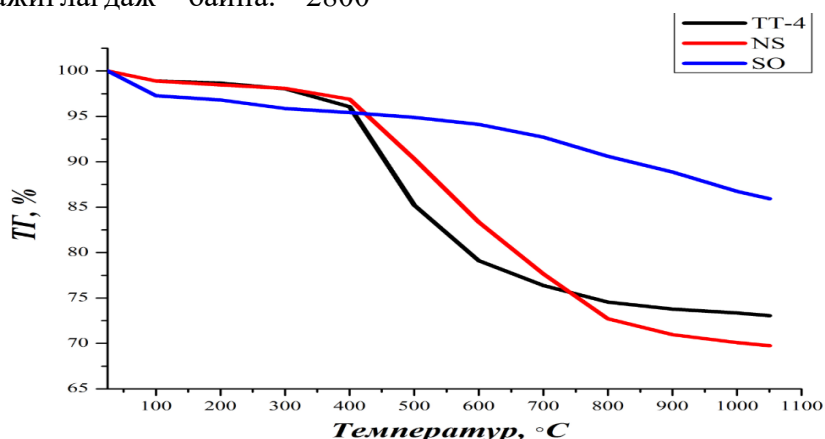


7-р зураг. Сайхан-Овоо ордын нүүрсний НУТ-ны спектр

Эдгээр зургаас үзэхэд ерөнхийдөө шингээлтийн зурвасууд нь эрчим султай салаалж үргэлжилсэн байдалтай ажиглагдаж байгаа ба молекул жин ихтэй полимержсон хэлбэрийн шинж төрхийг илтгэж байна. Ер нь нүүрсний чанар хэдий чинээ сайн (С-их) байна, түүнд хүчилтөрөгчийн агуулга төдий чинээ бага байдаг зүй тогтол энд мөн ажиглагдаж байна. Долгионы уртын $700-900\text{ см}^{-1}$ -д харьцангуй эрчим султай ароматик бүлгийн шингээлт ажиглагдаж байгаа нь ароматик бүтцүүд нүүрсний макромолекулын полимержсон хэсэгт төдийлөн их зонхилж чадахгүй байгааг харуулж байна. Харин 1091 см^{-1} -д алифатик- CH_3 , $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}$ болон ароматик CH бүлгүүдийн эрчим сайтай, 1438 ба 1596 см^{-1} -д алифатик болон ароматик бүтцүүдтэй холбогдсон зарим нэг энгийн эфирийн болон гидроксильн бүлэг бүхий уламжлалуудад хамааруулж болох эрчим сайтай шингээлтийн зурвасууд ажиглагдаж байна. $2800-$

2900 см^{-1} -д дан алифатик $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}$ (Таван толгой IV ба Нарийнсухайтын нүүрсэнд) бүлгүүдийн дунд зэргийн эрчимтэй шингээлт ажиглагдаж байна. Харин Сайхан-Овоогийн нүүрсний НУТС-д ийм шингээлт ажиглагдахгүй байгаагаараа онцлог байгаа ба энэ спектр нь ерөнхийдөө эрчим султай байгаагаараа нөгөө 2 нүүрснийхээс ялгаатай байгаа ба ерөнхийдөө маш их полимержсон нягт хатуу бүтэц байгууламжтай болохыг илтгэж байна.

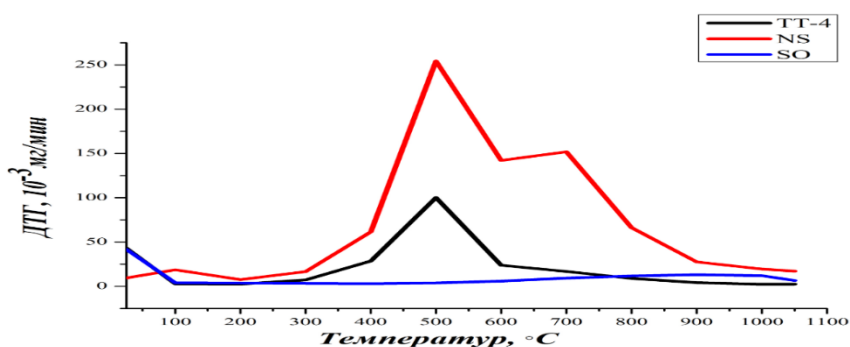
Таван толгой IV, Нарийнсухайт ба Сайхан-Овоогийн нүүрсний халуун тэсвэрлэх чанар, халууны задралын механизмыг термогравиметрийн аргаар судалж ТГ муруйнуудыг 8-р зурагт, ДТА муруйнуудыг 9-р зурагт, ДТГ муруйнуудыг 10-р зурагт, ТГ муруйнуудаас тооцоолсон халуун тэсвэрлэлтийн индексүүд $T_5\%$, $T_{15\%}$ ба $T_{25\%}$ -ын утгуудыг 4-р хүснэгтэд тус тус үзүүлэв.



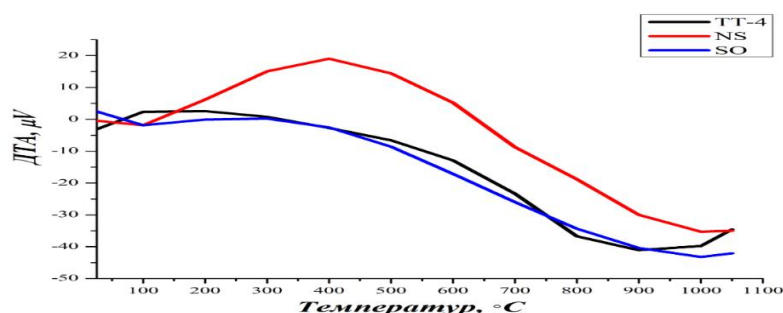
8-р зураг. Ордуудын нүүрсний термогравиметрийн ТГ –муруй

8-р зургаас харахад ордуудын нүүрс нь гурвуулаа 425°C хүртэл маш их халуунд тэсвэртэй байгаа нь тэдгээрийн дээжийн жингийн хорогдол маш бага 5-6% байгаагаас харагдаж байна. Харин 425°C -аас дээш Таван толгой IV ба Нарийнсухайтын нүүрсний дээжийн жингийн хорогдол огцом ихсэж 750°C хүртэл үргэлжилж байгаа бол Сайхан-Овоогийн нүүрсний жингийн хорогдол

мөн л багаар үргэлжилж байгаагаараа нөгөө 2 нүүрнээсээ ялгарч байна. Энэ нь Таван толгой IV ба Нарийнсухайтын нүүрс нь сайн чанарын битумт коксждог КЖ маркийн нүүрс харин Сайхан-Овоогийн нүүрс нь сайн чанарын битумгүй антрацитын төрлийн хатуу чулуун нүүрс гэсэн дүгнэлтийг давхар баталж байна.



9-р зураг. Ордуудын нүүрсний термогравиметрийн ДТГ –муруй.



10-р зураг. Ордуудын нүүрсний термогравиметрийн ДТА –муруй

8-10-р зурагт үзүүлсэн ТГ, ДТГ ба ДТА муруйнуудаас үзэхэд эдгээр нүүрсний халууны задрал нь 20° – 200 °С, 200° – 300 °С, 300° – 800 °С, 800° – 1100 °С гэсэн 4 үндсэн үе шаттай явагдаж байна гэж үзэж болохоор байна. 1-р үе 0°-200 °С-д нүүрснүүдийн дээжийн чийг ба шингээгдсэн хийнүүд ялгарч ДТА ба ДТГ муруйнуудад дулаан шингээх эндотерм процесс ажиглагдаж байгаа бол 2-р үе болох 200°-300 °С-д нүүрсний дээжүүдээс зарим нэг хийнүүд халууны задралаар бага боловч үүсэж цаашид 3-р

үе 300°-800 °С-тэй нийлж нүүрснүүдийн органик массын халууны задралын эрчимтэй үе явагдаж экзотерм максимум ажиглагдаж их хэмжээний дулааныг ялгаруулан экзотерм процесс явагдаж байгааг үзүүлж байна. Харин хамгийн сүүлийн 4-р үе 800°-1100 °С-д нүүрсний дээжүүдийн халууны задрал зогсож халууны задралын дараах хатуу үлдэгдэл нүүрсжин полимержих процесс явагдаж нүүрсний эрдэс хэсгээс зарим нэг хийнүүд CO, CO₂, H₂S, SO₂ ялгарч болох юм.

4-р хүснэгт. Нүүрснүүдийн халуун тэсвэрлэх чанарын индексүүд: T_{5%}, T_{15%}, T_{25%}

№	Нүүрсний ордын нэр	Халуун тэсвэрлэлтийн индексүүд, °С		
		T _{5%}	T _{15%}	T _{25%}
1	Тавантолгой IV	422.85	501.74	768.46
2	Нарийн сухайт	425.30	455.50	620.00
3	Сайхан-Овоо	483.81	1050.00	-

4-р хүснэгтэд үзүүлсэн нүүрсний халуун тэсвэрлэлтийн индексүүдийн утгуудаас үзэхэд Т_{5%} Сайхан-Овоогийн нүүрсний хамгийн өндөр, Т_{15%} нь бусад нүүрснийхээс 2 дахин их байгаа бөгөөд бүр Т_{25%} -ын утгыг тодорхойлох боломжгүй байгаагаараа Тавантолгой IV ба Нарийн сухайтын нүүрснүүдээс ялгарч байна. Тавантолгой IV ба Нарийн сухайтын нүүрснүүдийн халуун

тэсвэрлэлтийн индексүүдийг хүрэн нүүрснүүдийнхтэй харьцуулбал мөн л их өндөр байгаа бөгөөд энэ нь эдгээр 3 нүүрс нь халуун тэсвэрлэх чанар ихтэй болохыг баталж байна. Судалгаанд хамрагдсан нүүрсний эх дээжүүд ба тэдгээрийг бүрэн шатааж гарган авсан үнсний дээжүүдэд цацраг идэвхт элементүүдийн агуулгыг тодорхойлсон дүнг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

5-р хүснэгт. Ордуудын нүүрс ба үнсэн дэх цацраг идэвхт элементийн агуулга

№	Нүүрс ба үнсний дээж	Изотопын идэвх, Бк/кг			Элементийн агуулга			Радийн эквивалент, Бк/кг
		Ra-226	Th-232	K-40	U, г/т	Th, г/т	K, %	
1	Таван толгойн нүүрс	13.4	6.0	460.2	1.1	1.5	1.5	60.38
	Таван толгойн нүүрсний үнс	78.3	75.2	1203.0	6.4	18.4	4.0	278.96
2	Нарийн-сухайтын нүүрс	54.6	16.9	595.0	4.5	4.1	2.0	127.31
	Нарийн-сухайтын нүүрсний үнс	219.8	75.3	2097.0	18.0	18.4	7.0	496.69
3	Сайхан-Овоогийн нүүрс	67.4	4.3	259.1	5.5	1.1	0.9	95.6
	Сайхан-Овоогийн нүүрсний үнс	393.8	53.8	1036.4	31.88	13.25	3.34	332.71

5-р хүснэгтээс үзэхэд нүүрсний эх дээжүүд дэх цацраг идэвхт элементүүдийн агуулга зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс ихгүй байгаа ба энэ нь тэдгээрийг ашиглахад байгаль орчны

ямар нэг асуудалгүй болохыг илтгэж байна. Харин нүүрсний үнсэнд цацраг идэвхт элементүүдийн хэмжээ харгалзах эх дээжийнхтэй нь харьцуулахад дунджаар 5-6 дахин нэмэгдсэн байгаа нь

нүүрсний үнсийг ил задгай хамаагүй хаяж болохгүйг илтгэж байна. Ордуудын нүүрсний эрдсийн найрлагыг ислийн ба

элементийн хэлбэрээр тодорхойлж 6-р хүснэгтэд үзүүлэв.

6-р хүснэгт. Ордуудын нүүрсний үнсийн химийн найрлага

№	Агуулга	Таван толгой IV	Нарийнсухайт	Сайхан-Овоо
Ислийн хэлбэрээр, %				
1	Na ₂ O	-	0.00	-
2	MgO	-	2.50	2.53
3	Al ₂ O ₃	15.75	17.05	8.20
4	SiO ₂	77.61	22.80	17.07
5	SO ₃	1.93	7.30	2.15
6	K ₂ O	0.52	3.00	0.44
7	CaO	1.89	14.80	4.82
8	TiO ₂	0.92	2.7	0.50
9	V ₂ O ₅	-	-	-
10	Mn ₂ O ₃	-	0.60	0.43
11	Fe ₂ O ₃	0.72	27.50	60.21
12	CuO	0.01	0.07	0.03
13	SrO	0.03	-	0.28
14	NiO	0.01	0.09	-
15	ZrO ₂	-	0,08	-
16	PbO	-	0.90	0.04
17	P ₂ O ₅	0.58	0.40	3.06
18	ZnO	-	0.20	-
Элементийн хэлбэрээр,%				
19	Na	-	0.00	-
20	Mg	-	1.50	1.52
21	Al	8.33	9.00	4.34
22	Si	36.28	10.60	7.98
23	S	0.77	2.90	0.86
24	K	0.43	2.50	0.36
25	Ca	1.35	10.60	3.44
26	Ti	0.55	1.60	0.30
27	V	-	-	-
28	Mn	-	0.41	0.30

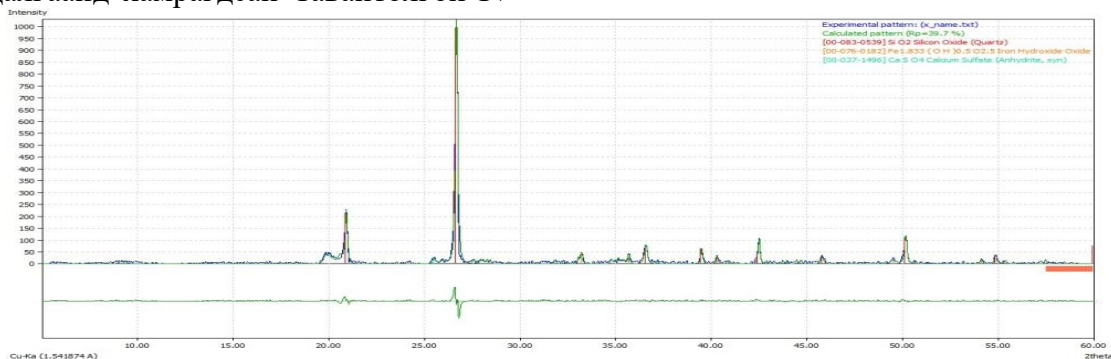
$+$

TiO₂) эдгээр ислүүдийн нийлбэрийн харьцааг тооцоолж дүнг 7-р хүснэгтэд үзүүлэв.

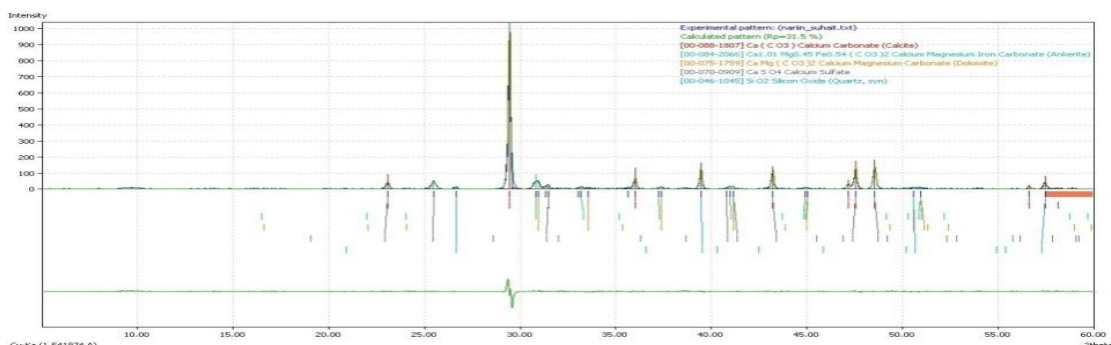
7-р хүснэгт. Ордуудын нүүрсний үнсний шинж чанар

Нүүрсний ордын нэр	$(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$	Нүүрсний үнсний шинж чанар
Таван толгой IV	0.03	хүчиллэг
Нарийнсухайт	1.12	шүлтлэг
Сайхан-Овоо	2.63	шүлтлэг

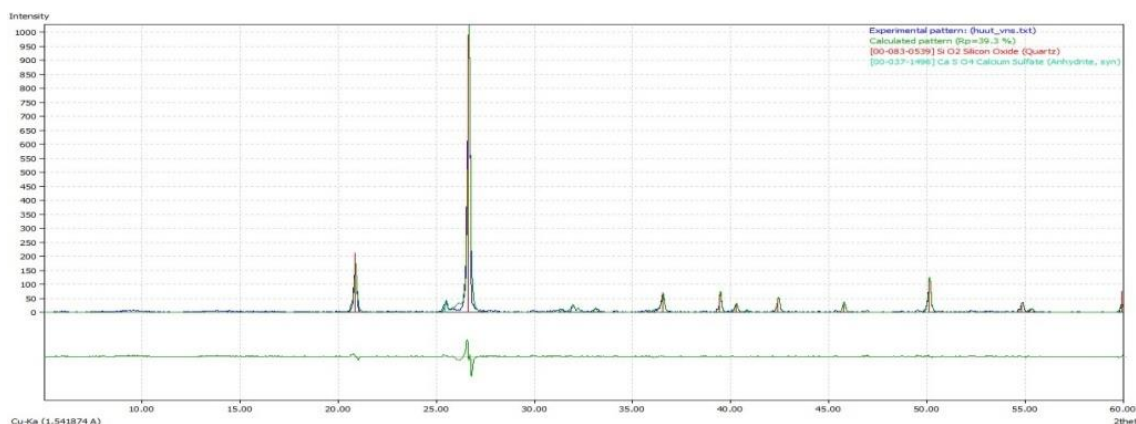
(11-р зураг), Сайхан-Овоо (12-р зураг) ба Нарийнсухайт (13-р зураг) -ийн нүүрсний үнсний рентгенфазын шинжилгээний дүнг орд тус бүрээр нь доор үзүүлэв.



11-р зураг. Тавантолгой ордын нүүрсний үнсний рентгенфазын спектр



12-р зураг. Нарийн сухайт ордын нүүрсний үнсний рентгенфазын спектр



13-р зураг. Сайхан-Овоогийн ордын нүүрсний үнсний рентгенфазын спектр

Эдгээр ордуудын нүүрсний хамгийн их тодорхойлогдсон рентгенфазын шинжилгээний дүнд эрдсүүдийг 8-р хүснэгтэд үзүүлэв. үндэслэн эдгээр 3 нүүрсний үнсэнд

8-р хүснэгт. Ордуудын нүүрсний үнсэнд хамгийн их тодорхойлогдсон эрдсүүд

Нүүрсний ордууд	Эрдсүүдийн нэр	Эрдсүүдийн химийн томьёо
Таван толгой IV Нарийсухайт Сайхан-Овоо	Кварц	SiO ₂
	Ангидрид	CaSO ₄
	Акерманит	Ca ₂ (Mg _{0.75} Al _{0.25})(S _{4.75} Al _{0.25})O ₇
	Албит	Na(S ₃ Al)O ₈

8-р хүснэгтээс үзэхэд 3 ордын нүүрсний үнсэнд хамгийн ихээр кварц, ангидрид, акерманит ба албит зэрэг эрдсүүд тодорхойлогдсон байна. Судалгаанд хамрагдсан Тавантолгой IV,

Нарийнсухайт ба Сайхан-Овоогийн нүүрсийг тус бүрд нь хагас коксжуулалтын аргаар халууны задралд оруулж нүүрсжүүлэх туршилтуудын дүнг нэгтгэн 9-р хүснэгтэд үзүүлэв.

9-р хүснэгт. 600 °C-д нүүрсийг хагас коксжуулсан үр дүнгүүд

№	Дээж	Хагас коксжуулалтын бүтээгдэхүүний гарц, жингийн %		
		Хагас кокс	Давирхай ба ус	Хий + алдагдал
1	Тавантолгойн IV	82.70	4.77	12.53
2	Нарийн сухайт	78.60	8.10	13.30

3	Сайхан-Овоо	95.20	2.17	2.63
---	-------------	-------	------	------

9-р хүснэгтээс үзэхэд эдгээр 3 нүүрсний хагас коксын гарц өндөр бөгөөд мөн л Сайхан-Овоогийн нүүрснийх хамгийн өндөр Тавантолгойн IV ба Нарийн сухайтын нүүрснийх ойролцоо бөгөөд мөн л гарц өндөртөйд тооцож болохоор байна. Харин давирхай ба хийн гарц Сайхан-Овоогийн нүүрснийх хамгийн бага ба нөгөө 2 нүүрснийх ойролцоо байна. Энэ дүнгээс үзэхэд эдгээр 3 нүүрснээс идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авах түүхий эдээр сонгохдоо халууны задралын дараа нүүрсжсэн хатуу үлдэгдлийн гарц хамгийн өндөр байх ёстой гэсэн бидний сонголт зөв байсныг нотолж байна. Нүүрсний органик

массын хэмжээг ихэсгэх ингэснээр идэвхжүүлсэн нүүрсний гарцыг ихэсгэх нэг үндсэн аргын нэг нь нүүрсэн дэх эрдсийн хэмжээг багасгах бөгөөд энэ зорилгоор нүүрсний эх дээжийг хүнд шингэний аргаар баяжуулж эрдэс хэсгийн хэмжээг багасгасан туршилтын дүнгүүдийг нэгтгэн 10-р хүснэгтэд, баяжуулсан нүүрснүүдийн техникийн шинжилгээ хийж дүнг 11-р Хүснэгтэд тус тус үзүүлэв. 10-дугаар хүснэгтээс харахад Таван толгой IV ба Нарийн сухайтын нүүрсний баяжигдсан буюу хөвсөн фракцын гарц хамгийн их, харин Сайхан-Овоогийн нүүрснийх харьцангуй бага байна.

10-р хүснэгт. Хүнд шингэний баяжуулалтын үр дүн

Д/Д	Дээж	Анх авсан дээжийн масс, г	Хөвсөн фракцын гарц, %	Живсэн фракцын гарц, %	Хаягдал, %
1	Таван толгой IV	753.1	82.6	12.0	5.40
2	Нарийн сухайт	741.7	77.4	14.9	7.65
3	Сайхан-Овоо	750.4	53.4	46.6	-

Энэ нь уг нүүрс нь нягт хатуу нүүрс учраас нүүрсний органик массын зарим

хэсэг нь эрдэс хэсэгтэйгээ живсэн байх боломжтой.

11-р хүснэгт. Баяжуулсан нүүрсний техникийн шинжилгээний дүн

Д/Д	Дээж	W ^a , %	A ^a , %	A ^d , %
1.	Таван толгой IV	0.74	4.74 (10.70)	4.80
2	Нарийн сухайт	3.10	4.45 (11.10)	4.60
3	Сайхан-Овоо	2.79	6.20 (8.70)	6.40

11-р хүснэгтээс үзэхэд баяжигдсан Тавантолгой IV ба Нарийн сухайтын нүүрсний үнс хаалтад үзүүлсэн эх дээжийнхээс 2-3 дахин багассан байгаа нь нэлээд сайн баяжигдсан байгаа ба

харин Сайхан-Овоогийн нүүрс харьцангуй бага баяжигдсан байгаа нь энэхүү нүүрс нь нягт хатуу нүүрс учраас нүүрсний органик массын зарим хэсэг нь эрдэс хэсэгтэйгээ живсэн байх

боломжтойг дээр нэгэнт дурдсан. Хүнд шингэний аргаар баяжуулсан 3 нүүрсийг баяжмалуудыг 800°C-д усны хэт халсан уураар идэвхжүүлж гарган авсан

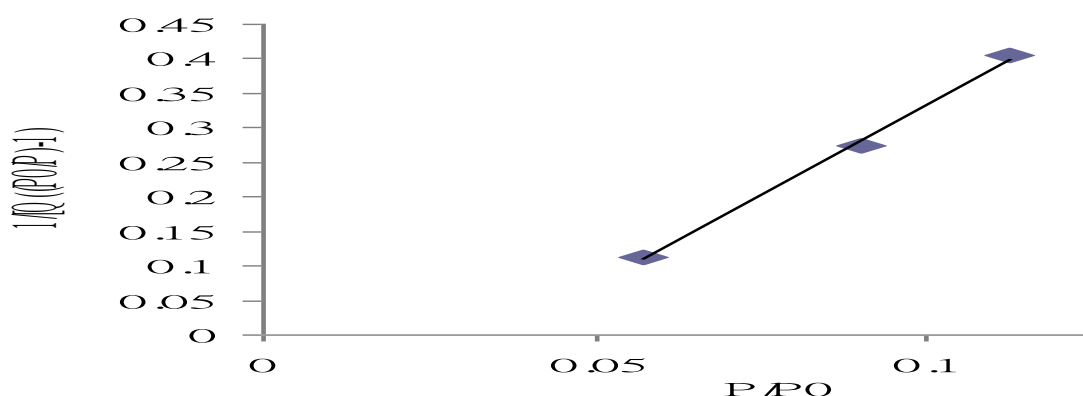
идэвхжүүлсэн нүүрсний техникийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж 12-р хүснэгтэд үзүүлэв.

12-р хүснэгт. Баяжуулсан нүүрсний хагас коксыг 800°C-д усны хэт халсан уураар идэвхжүүлсэн дүн

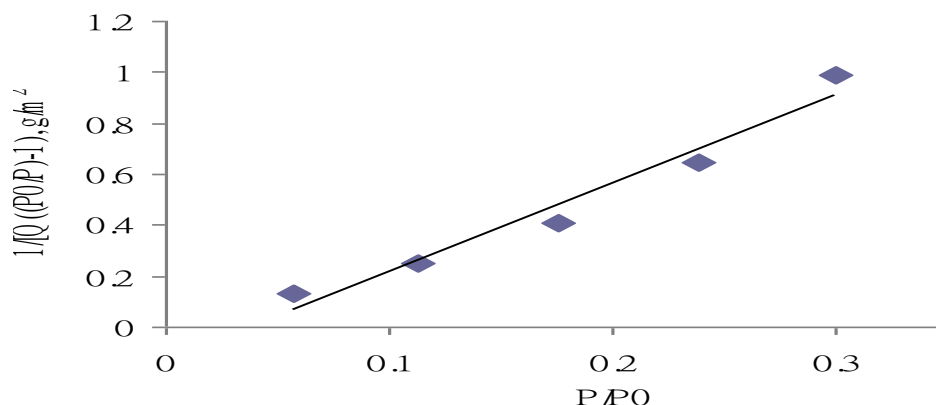
№	Дээж	Хугацаа, минут	Гарц, %	Чийг, W ^a , %	Үнс, A ^d , %	Дэгдэмхий, V ^{daf} , %
1.	Тавантолгой IV-ийн идэвхжүүлсэн нүүрс	120	77.12	0.67	8.03	3.6
2.	Нарийн сухайтын идэвхжүүлсэн нүүрс	120	56.6	0.13	7.01	1.9
3.	Сайхан-Овоогийн идэвхжүүлсэн нүүрс	120	72.4	0.45	6.08	2.6

12-дугаар хүснэгтээс үзэхэд нүүрснүүдийн хагас коксын ба баяжмалын гарцуудтай харьцуулахад идэвхжүүлсэн нүүрсний гарц бага зэрэг буурсан байгаа нь 800°C-д усны хэт халсан уураар 120 минутын турш идэвхжүүлэх явцад нүүрсжсэн хатуу үлдэгдлийн нүх сүвнүүд онгойн чөлөөлөгдөж мөн энэ явцад зарим нэг задрал үүссэн байж болох бөгөөд үүний

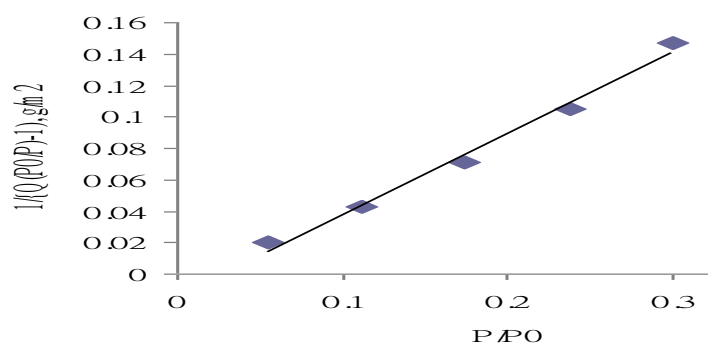
баталгаа нь бага зэрэг 1.9-3.6%-ийн дэгдэмхий бодис үүссэнээр тайлбарлаж болох юм. Судалгаанд хамрагдсан 3 нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрснүүдэд хий (CO₂) шингээх туршилтуудыг явуулж гарган авсан хийн шингээлтийн муруйнуудыг 14-р зурагт (Тавантолгой IV), 15-р зурагт (Нарийнсухайт) ба 16-р зурагт (Сайхан-Овоо) тус тус үзүүлэв.



14-р зураг. Таван толгой IV нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний хийн шингээлтийн зураг



15-р зураг. Нарийн сухайтын нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний хийн шингээлтийн зураг



16-р зураг. Сайхан-Овоогийн нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний хийн шингээлтийн зураг

Мөн эдгээр ордуудын нүүрсний пиролизын хатуу үлдэгдэл ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрснүүдийн чухал үзүүлэлтүүд болох

иодын тоо ба метилен хөхийн шингээлтийг тодорхойлсон дүнг 13-р хүснэгтэд үзүүлэв.

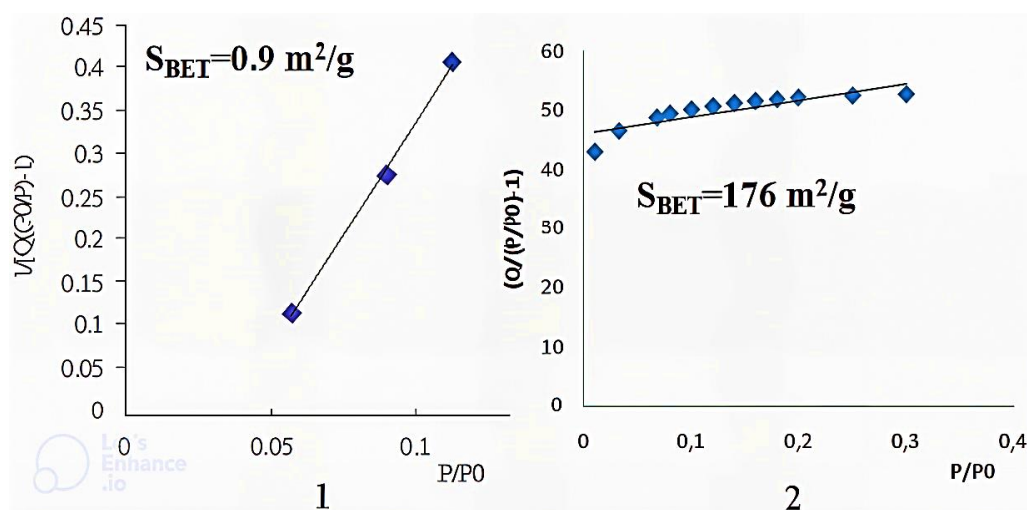
13-р хүснэгт. Пиролизын хатуу үлдэгдэл ба идэвхжүүлсэн нүүрснүүдийн иодын тоо ба метилен хөхийн шингээлтийг тодорхойлсон дүн

№	Нүүрсний уурхайн нэр	Дээж	Иодын тоо, %	Метилен хөхийн шингээлт, mg/g
1	Таван толгой IV	Пиролизын хатуу үлдэгдэл	3.30	1.40
		Идэвхжүүлсэн нүүрс	16.54	6.00
2	Нарийн сухайт	Пиролизын хатуу үлдэгдэл	2.60	1.00
		Идэвхжүүлсэн нүүрс	18.50	6.30
3	Сайхан-Овоо	Пиролизын хатуу үлдэгдэл	1.20	0.59

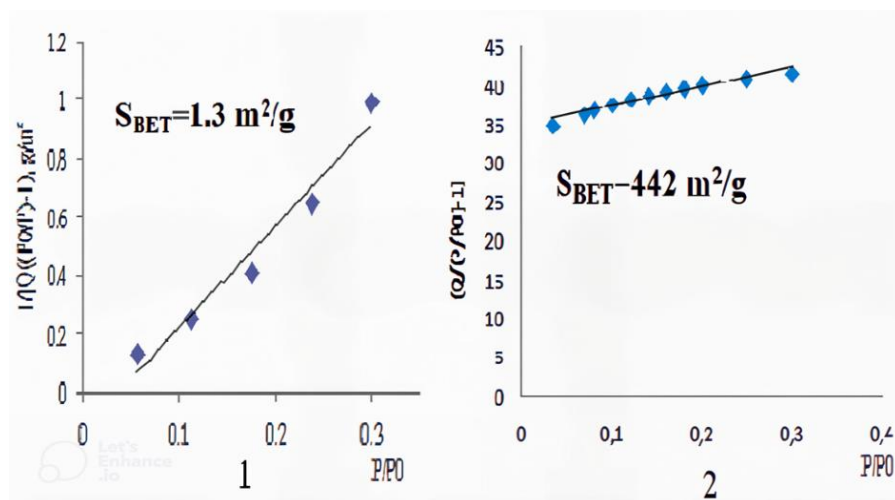
		Идэвхжүүлсэн нүүрс	20.50	6.23
--	--	--------------------	-------	------

13-р хүснэгтээс үзэхэд Тавантолгой IV нүүрсний пиролизын хатуу үлдэгдлээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний иодын тоо ба метилен хөхийн шингээлт нь харьцуулагчаасаа 5 дахин их, Нарийнсухайтынх 6 дахин их, Сайхан-Овоогийн иодын тоо нь 17, метилен хөхийн шингээлт 10 дахин тус тус их байгаа нь эдгээр 3 нүүрс нь сайн чанарын идэвхжүүлсэн нүүрсийг өндөр гарцтайгаар гарган авах тохиромжтой түүхий эд болохыг харуулж байна.

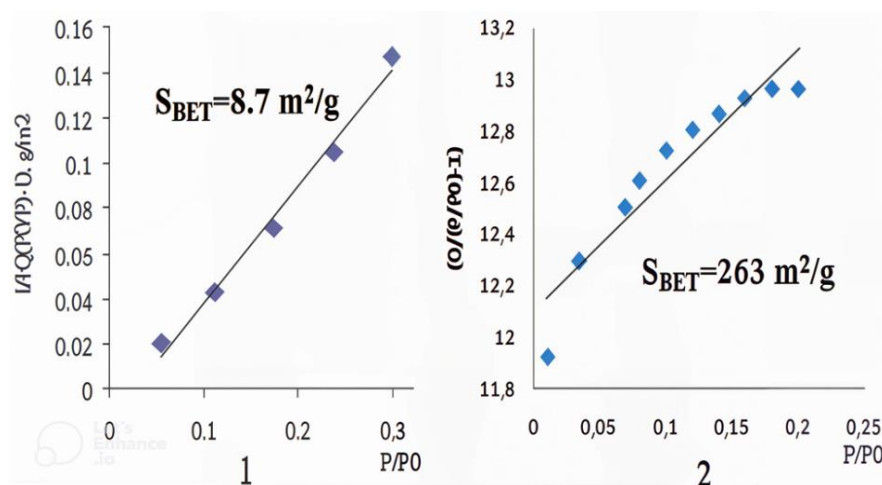
Идэвхжүүлсэн нүүрсний шинж чанарыг тодорхойлох бас нэг чухал үзүүлэлт бол түүний гадаргуугийн талбай бөгөөд энэ үзүүлэлтийг судалгаанд хамрагдсан 3 нүүрсний эх дээж ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний гадаргуугийн талбайг харьцуулан тодорхойлсон дүнг нүүрс тус бүрээр 17-р зураг (Тавантолгой), 18-р зураг (Нарийнсухайт) ба 19-р зураг (Сайхан-Овоо) тус тус үзүүлэв.



17-р зураг. Тавантолгойн нүүрс (1) ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрс(2)-ний гадаргуугийн талбай



18-р зураг. Нарийнсухайтын нүүрс (1) ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрс (2)-ний гадаргуугийн талбай



19-р зураг. Сайхан-Овоогийн нүүрс ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрс (2)-ний гадаргуугийн талбай

Судалгаанд хамрагдсан 3 нүүрсний эх дээж ба түүнээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний гадаргуугийн талбайг тодорхойлсон дүнгээс үзэхэд Нарийнсухайтын нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрс нь эх дээжээсээ 340 дахин их гадаргуугийн талбайтай, Сайхан-Овоогийнх 30 дахин их, Тавантолгой IV нүүрснийх 196 дахин их тус тус байгаа нь эдгээр 3 нүүрс нь сайн чанарын идэвхжүүлсэн нүүрсийг өндөр гарцтайгаар гарган авах тохиромжтой түүхий эд болохыг харуулж байна. Мөн нүүрс тус бүрийн онцлогоос хамаарч гадаргуугийн талбай нь өөр байгааг мөн харж болох бөгөөд Нарийнсухайт ба Тавантолгой IV нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний гадаргуугийн талбай нь Сайхан-Овоогийнхоос илүү байна. Энэ нь Нарийнсухайт ба Тавантолгой IV нүүрс нь өндөр чанарын битумт коксждог нүүрс учраас гадаргуугийн талбай өндөр, харин Сайхан-Овоогийн нүүрс нь сайн чанарын маш хатуу антрацитын төрлийн чулуун нүүрс учраас гадаргуугийн талбай багатай байна. Ингээд Монгол орны зарим сайн чанарын нүүрс болох Тавантолгой IV, Нарийнсухайт ба Сайхан-Овоогийн нүүрснүүдийг баяжуулж карбонжуулан усны хэт халсан уураар идэвхжүүлж гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрснүүдийн техникийн шинж чанар ба шингээх шинж чанарыг тогтоох судалгааны ажлын дүнд байгалийн сайн чанарын нүүрснээс идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авах технологийн аргыг боловсрууллаа.

ДҮГНЭЛТ

1. Тавантолгой, Нарийнсухайт, Сайхан-Овоогийн нүүрсний халуун тэсвэрлэх чанарын судалгааг термогравиметрийн аргаар хийж халууны задралын механизмыг тайлбарлан халуун тэсвэрлэлтийн индексүүд ($T_5\%$; $T_{15\%}$; $T_{25\%}$) -ийг тодорхойлж үнэлэлт өгөв.
2. Тавантолгой, Нарийнсухайт, Сайхан-Овоогийн нүүрснүүд чанар сайтай, халуун тэсвэрлэх чанар ихтэй, карбонжуулалтын үед үүссэн нүүрсжсэн хатуу үлдэгдлийн гарц өндөртэй байгаа нь тэдгээрээс идэвхжүүлсэн нүүрсийг илүү их хэмжээгээр гарган авах боломжийг нээж өгч байгаагийн дээр халууны боловсруулалтын үед үүсэж байгаа давирхай ба хийн бүтээгдэхүүнүүд нь нүүрсний макромолекулд эзэлж

байсан орон зайгаа үлдээгээд гадагшилж байгаа учраас нүүрсжсэн хатуу үлдэгдлийн нүх сүвэрхэг үүсгэж байна.

3. Таван толгой, Нарийнсухайт, Сайхан-Овоогийн нүүрснүүдээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрсний шингээх чадварыг эх материал болох пиролизын хатуу үлдэгдэлтэй харьцуулан иодын шингээлтийн аргаар тодорхойлоход 5-17 дахин, шүүн тунгалагжуулах чадварыг метилен хөхийн стандарт уусмалыг ашиглан тодорхойлоход 4-10 дахин ихэссэн болохыг тогтоов.
4. Гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрснүүдийн гадаргуугийн талбайг тодорхойлон эх дээжтэй нь харьцуулахад Тавантолгойн нүүрсний идэвхжүүлсэн нүүрс 196 дахин, Нарийнсухайтынх 340 дахин, Сайхан-Овоогийнх 30 дахин их байгааг тус тус тогтоож, Нарийн сухайтын нүүрснээс гарган авсан идэвхжүүлсэн нүүрс хамгийн сайн үзүүлэлттэй байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, Р.Эрдэнэчимэг Монгол орны зарим томоохон ордын нүүрсний судалгаа, Монограф, "Тоонот принт" хэвлэлийн газар, 2010 он, 13-46.
2. B.Avid, B.Purevsuren, J.Temuujin. Chapter 7, Bituminous Coals of Mongolia: Occurrence and Characteristics. Advances in Energy Research, Volume 22, editor Morena J.Acosta, Nova Publishers, New York, 2015, USA, p.159-178.
3. Ж.Дугаржав, Б.Пүрэвсүрэн, Г.Шийрав, Н.Баттулга, Тавантолгойн нүүрсний хими технологийн шинж чанар, хэрхэн ашиглах. Химийн нийгэмлэгийн бүтээл № 2, 2007 он, х. 56-61.
4. Ш. Ган-Эрдэнэ, Х.Серикжан, Т.Гэрэлмаа, Б.Пүрэвсүрэн, С.Жаргалмаа Я.Даваажав. Тавантолгойн ордын нүүрсний судалгааны үр дүнгээс, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл 2012 оны №7, х. 102-110.
5. Н.Навчцэцэг, Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, Тавантолгойн ордын нүүрсний химийн судалгааны дүнгээс, ШУТИС-ийн Материалын Технологийн Сургуулийн эрдэм шинжилгээний бичиг, № 3/83, 2006, х. 119-123.
6. А. Ариунаа, Д.Отгончулуун, Р.Эрдэнэчимэг, Б.Пүрэвсүрэн, Ж.Дугаржав "Нарийн сухайтын ордын нүүрсний баяжигдах шинж чанарын судалгаа", ШУТИС-ийн Материалын технологийн сургуулийн Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл, № 4/151, 2014, х.154-160.
7. Т.Гэрэлмаа, Б.Пүрэвсүрэн, Ш.Мөнхжаргал, Я.Даваажав, Н.Ундрах, Ч.Отгонбаяр, Нарийн Сухайтын ордын нүүрсний шинж чанарын судалгаа, ШУА-ийн мэдээ, 2003, 169 (03), х.8-12.
8. A. Ariunaa, B. Purevsuren, J. Narangerel, R. Erdenechimeg, Z.G.Bazarova, B.Bazarov, Activated carbon of Nariin sukhait high rank bituminous coal, УДК 544.723; DOI:10.18101/2306-2363-2017-1-3-9, Вестник Бурятского Государственного Университета, Химия Физика ISSN2306-2363, № 1, 2017, с.3-9.
9. Я.Даваажав, Б.Пүрэвсүрэн, С.Батбилэг, Х.Серикжан, Э.Ууганжаргал, Сайхан-овоогийн нүүрсний шинж чанар ба пиролизын судалгаа, ШУА-ийн мэдээ, 2010 оны №1, боть 195, х.80-88.

10. Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, Х.Серикжан, С.Батбилэг, П.Н.Кузнецов, Состав и свойства угля месторождения Сайхан-Овоо Монголии, Химия твердого топлива (УДК 662.73 :552), 2010, № 4 с.19-23.
11. Б.Пүрэвсүрэн. Идэвхжүүлсэн нүүрс ба түүний хэрэглээ, ач холбогдол, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл № 2, 2007 он, х.114-121.
12. Ж.Дугаржав, Б.Пүрэвсүрэн, Г.Шийрав, Ж.Намхайноров, Р.Батмөнх, Идэвхжүүлсэн нүүрс гарган авах нь, Annual Scientific Reports of the ICCT,MAS, № 9 (35), 2008, p.28-34.
13. А.Ariunaa, J. Narangerel, B. Purevsuren, R. Erdenechimeg. Activated carbons from Mongolian coals by thermal treatment, Mongolian Journal of Chemistry, № 12 (38), 2011, p.60-64.
14. B.Purevsuren, Ya.Davaajav, A.Ariunaa, S.Batbileg, B.Avid, S.Jargalmaa, Chin-Jung Lin, Ya-Hsuan Liou, Yu Huang. Characterization and preparation of activated carbons of Mongolian coals, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл 2013 оны № 8, х.59-72.
15. Batkhishig Damdin, Purevsuren Barnasan, Chung-Jun Lin, Batbileg Sanjaa, Ariunaa Alyeksandr. Preparation and characterization of activated carbons from different kind of coals, Proceedings of the MAS, Ulaanbaatar, 2020, 60 (3), p.25-31.
16. Barnasan Purevsuren, Ya-Hsuan Liou, Ya Davaajav, A. Ariunaa, S. Batbileg, B. Avid, S. Jargalmaa, Y Huang, Chin-Jung Lin, Investigation of adsorption of methylene blue from aqueous phase onto coal-based activated carbons, Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 40, № 4, (2017), p.355- 360.
17. Sh.Munkhjargal, B.Purevsuren and et al. Products of pyrolysis of wood wastes, Reports of the Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, 1998, p.25-28.
18. Д.Отгончулуун, Б.Батөлзий, Б.Пүрэвсүрэн, Ж.Нарангэрэл, Нарс модны пиролизын бүтээгдэхүүн, шинж чанарын судалгаа, ХХТХ-ийн Эрдэм шинжилгээний бүтээл № 4, 2017 он, х.33-36.
19. B.Purevsuren, D.Otgonchuluun, A.Ariunaa, J.Narangerel, S.Jargalmaa, Pyrolysis of pine wood and characterization of obtained solid and liquid products, Mongolian Journal of Chemistry, Vol.19, No45, 2018, p.24-31.
20. S.Batbileg, B.Purevsuren, D.Batkhishig, M.Battsetseg, A.Ankhtuya, Characterization of the pyrolytic products of pine nut shell, International Journal of Chemistry, Vol.11, No 2, 2019, pp.37 -49.
21. Б.Пүрэвсүрэн, Я.Даваажав, С.Батбилэг, Ч.Ганзориг. Самрын ясны пиролизын судалгаа, ШУА-ийн мэдээ, №2 (202), 2013 он, х.45-52.
22. Б.Пүрэвсүрэн, Д.Батхишиг, Я.Даваажав. Ээдэмцрийн пиролизын судалгаа, гарган авсан хатуу ба шингэн бүтээгдэхүүний шинж чанар, ач холбогдол, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл 2014 оны № 9, х.9-19.
23. С.Энхтуул, Д.Бадарч, Б.Пүрэвсүрэн. Ээдэмцрийн шингээгчийн судалгаа. ХХТХ-ийн бүтээл, 2004 он, № 5(31), х.95-100.
24. B.Purevsuren, Ya.Davaajav, The pyrolysis hard residue and mineral composition of casein. Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, 1999, 1, vol.151, p.40-45.
25. Б.Эрдэмбилэг, Д.Бадарч, Б.Пүрэвсүрэн. Зарим металлыг ээдэмцрийн шингээгчээр шингээх горимын судалгаа, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл, № 3, 2008, х.91-97.
26. B.Purevsuren, B.Avid, B.Tesche, Ya.Davaajav. A biochar from casein and its properties, Journal of Material Science, 38, № 11, (2003) 2347-2351.

27. B. Purevsuren, Ya. Davaajav, J. Namkhainorov, Z. I. Glavcheva-Laleva. Pyrolysis of animal bone, characterization of the obtaining char and tar, crosslinking of epoxy resin., Bulgarian Chemical Communications, 49 (1), 2017, p.34 - 39.
28. Ж. Намхайноров, Б. Пүрэвсүрэн, Я. Даваажав. Малын ясны пиролизын судалгаа, гарган авсан хатуу ба шингэн бүтээгдэхүүний шинж чанар ач холбогдол, Химийн нийгэмлэгийн бүтээл 2014 оны №9, х.56-66.

Characterization and thermal processing of high-quality Mongolian coals and study of activated carbon production

G.Chintsogt, B.Purevsuren*, S.Batbileg, M.Battsetseg, S.Jargalmaa, J.Namkhainorov, S.Borkhuukhen

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

[*bpurevsuren@mas.ac.mn](mailto:bpurevsuren@mas.ac.mn)

Abstract. We selected several high-quality Mongolian coal samples, specifically the premium coking coals from the southern region, such as TavanTolgoi and Nariin Sukhait, as well as the high-quality bituminous coal from the northern region, namely Saikhan-Ovoo, and developed a method to process these coals using thermal treatment to produce porous adsorbent and filtration materials. This research was conducted with the objective of investigating and characterizing the structural properties and performance of the resulting products using modern analytical instruments. To achieve this, raw coal materials were prepared and subjected to thermal processing through carbonization or semi-coking techniques to produce activated carbon. The activated carbon was subsequently obtained through treatment with superheated steam, and its yield, technical specifications, adsorption capacity, and filtration efficiency were determined using advanced precision instruments.

Keywords: *Coking coal, activated carbon, absorbent and filter materials*

© Author (s), 2024



Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>