

Геометаллург ба төмөртэй ордын хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрөл

Б.Чагнаадорж, Ц.Мөнхжаргал, Р.Нэргүй

Дарханы төмөрлөгийн үйлдвэр ХХК

1. Оршил

Геометаллургийн үнэлгээний үр дүн нь технологийн хэмжигдэхүүн, үзүүлэлт, дүгнэлт нь өртөг зардал өндөртэй, том эзэлхүүнтэй сорьцон олон тоогоор туршдаг металлургийн шинжилгээ, туршилтын үр дүнтэй ойролцоо гардаг бөгөөд металлургийн туршилтаас түрүүлж (урьдчилж) хүдэрт тохирсон үйлдвэрийн арга, технологийн зарчмын схемийг төсөөлдөг хэрэгсэл мөн.

Төмөртэй ордын төмрийн хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлийг эцэслэж тогтоогоогүй байгаа нь тус хүдэрт тохирсон металл үйлдвэрлэх технологийн зарчмын схемийг нэг мөр сонгоход ойлгомжгүй явдал үүсгэж байна.

Энэ ажлаар 2016 онд хийгдсэн геометаллургийн үнэлгээнд үндэслэж, байгаль-геологийн ижил төрлийн төмрийн хүдэрт 1964 онд томсгосон лабораторийн түвшинд гүйцэтгэсэн туршилт шинжилгээний дүгнэлтээр уг үнэлгээг баталж, Төмөртэй ордын төмрийн хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлийг тогтоов.

2. Геометаллургийн тухай

Геометаллург нь онол-практикийн хувьд шинэ зүйл биш бөгөөд ордыг оновчтой олборлох уулын ажлыг төлөвлөгөөг геостатистикийн аргаар хувааж загварчлах, бага эзэлхүүнтэй тоогоор сорьцлож турших, программ хангамж ашигласан тоон эрдэс зүй бүхий геолог-технологийн картчлал гэж хуучнаар ойлгож болно.

Шинжлэх ухааны геолог, эрдэс зүй, геомеханик, металлург, экологийг нэгтгэсэн шинэ чиглэл болох

геометаллург нь ашигт малтмалыг эдийн засгийн эргэлтэнд оруулах төслийг бодитоор үнэлж дүгнэх, түүхий эдийг олборлох боловсруулах процессийг оновчлох, уул-металлургийн үйлдвэрлэлийн эрсдлийг тодорхойлоход өргөн нэвтэрч, судалгаа эрдэм шинжилгээний хүрээнээс хальж, уурхай үйлдвэрийн ажилд өдөр тутам хэрэглэгдэж байна.

Том эзэлхүүнээр сорьцлох, олон тооны туршилт шаардлагагүй боловч технологийн төрлийг төлөөлсөн гэдгээр геометаллургийн үнэлгээг прокси металлургийн туршилтаар авч үзэж болно.

Гэхдээ хүдрийн технологийн зэргийг тогтоодог, “технологийн оновчтой схем”-ийг санал болгодог, зураг төсөвт хэрэгтэй технологийн тогтсон үзүүлэлтийг олдог лабораторийн болон томсгосон лабораторийн түвшинд гүйцэтгэдэг металлургийн туршилтыг геометаллургийн үнэлгээгээр орлуулж болно гэж туйлширч болохгүй.

3. Хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрөл ба зэргийн тухай

Тусад нь олборлож, зарчмын өөр үйлдвэрийн аргаар боловсруулах хүдрийг үйлдвэрийн төрөл гэнэ.

Эрдэнэт овооны зэсийн хүдэр үйлдвэрийн өөр өөр төрөлд ялгагдах бөгөөд анхдагч хүдрийг пирометаллургийн аргаар, исэлдсэн хүдрийг гидрометаллургийн аргаар боловсруулна. Үйлдвэрийн төрлийг хүдрийн чанарын анхдагч хэмжигдэхүүнээр ялгаж, эзлэх хувь хэмжээг хангалттай гэж үзвэл хүрээлж нөөц тооцно.

Үйлдвэрийн төрлийг дотор нь үйлдвэрийн зарчмын нэг аргатай ч баяжигдах-ангигжагдах үзүүлэлтээр ялгаатай технологийн зарчмын схемээр технологийн төрөлд ялгана. Технологийн төрлийг эзэлхүүн хэмжээ, орд дахь орон зайн байршилтай холбогдон тодорхой харьцаагаар холих буюу эсхүл дангаар боловсруулна.

Төмөртэйн төмрийн хүдэр үйлдвэрийн нэг арга буюу пирометаллургийн аргаар боловсруулагдах ч технологийн зарчмын схемээр анхдагч хүдэр болон исэлдсэн хүдэр нь ялгаатай технологийн төрөл.

Технологийн төрлийг дотор нь технологийн үзүүлэлтээр технологийн зэрэгт ялгана. Технологийн зэргийг нэг үйлдвэрийн аргаар, нэг технологийн схемээр боловсруулах ч техникийн нөхцөл, шаардлагаар төгсгөл бүтээгдэхүүн нь ялгагдана.

2016 оны геометаллург үнэлгээний дүгнэлт [1]

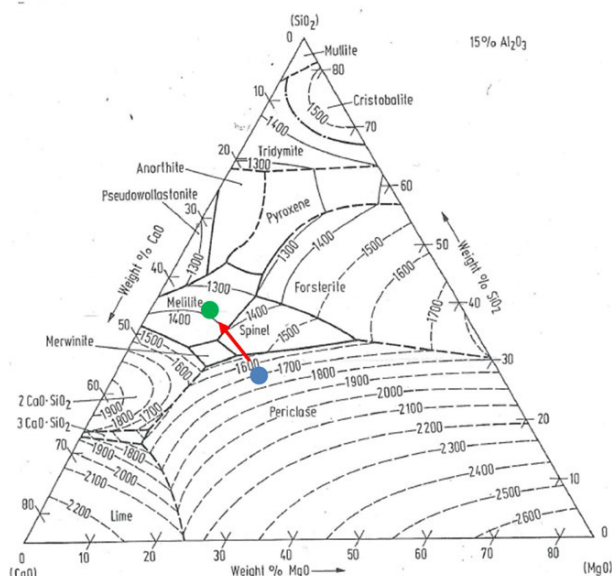
2016 онд Канадын Онтарио мужийн Лэйкфийлд хотын SGS лабораторт Төмөртэйн ордын Зүүн

хэсгийн Зүүн биетийн анхдагч төмрийн хүдрийг төлөөлсөн 125 кг сорьц дээр геометаллургийн үнэлгээ хийсэн.

Энэ ажлын хүрээнд эрдсийн автомат шинжилгээ (SEM-EDS), Бондын ажлын индекс (BWi), Бондын үрэгдлийн индекс (Ai), Соронзон анализ хийсэн.

Ялгах (баяжуулах) технологийн зарчмын схемийг санал болгохдоо хүдрийн магнетит эрдсийн талст дотор магний орших учир -0.045 мм ширхэгийн овортой болгож нунтагласан ч физик (соронзон), физик-хими (флотаци) аргаар металлургийн хэрэглээнд тавигдах шаардлага хүргэж бууруулах боломжгүй гэж үзсэн.

Ангигжуулах (хайлуулах) технологийн зарчмын схемийг санал болгохдоо домен зуухаар Төмөртэйн ордын уг хүдрийн бөөнцөг (аргалж, хорголж, брэкс)-ийг ангигжуулахад шингэн шаар (хөх цэг- 1700 °C) үүсэхгүй учир домен зуухны ажлын температур (ногоон цэг- 1380 °C)-турсамтгай шингэн байхаар шаар үүсгэхийн тулд шохойн чулуу, кварцит нэмэх хэрэгтэй гэсэн (Зураг 1).



Зураг 1. Al_2O_3 нь 15% шаарны ликвидус (шингэрлийн температур) [2]

1964 оны металлургийн туршилтын дүгнэлт [3]

1964 онд ОХУ-ын Баруун Сибирийн Геологийн удирдах газрын Технологийн лабораторт Төмөртолгой ордын Баруун биетийн анхдагч хүдрийг төлөөлсөн 5100 кг сорьц дээр металлургийн туршилт гүйцэтгэсэн.

Энэ туршилтыг томсгосон лабораторийн түвшинд гүйцэтгэж, соронзон, флотац, аргалжлах гэсэн зарчмын ялгаатай технологийн схемүүдийг туршиж, шинжилсэн.

Ялгах (баяжуулах) технологийн зарчмын схемийг санал болгохдоо буталж, нунтагласан хүдрийн мөхлөгийн овор багасах тутам шаар бүрдүүлэгчийн суурилаг нь илүү өндөр болж байгаа учир -1 мм ширхэгийн овортой болгож буталж, нэг удаагийн соронзон салгалтаар баяжмал ба хаягдал сүүл гэж салгахыг оновчтой гэж үзсэн.

Ангижруулах (хайлуулах) технологийн зарчмын схемийг санал болгохдоо 100 кг бага цахиуртай ширмийг домен зуухаар хайлуулахад 30-32% CaO, 18-22% MgO агуулсан шаар хэрэгтэй учир домен зууханд 5.45 кг CaO, 8.05 кг кварцит нэмнэ гэж үзсэн.

Төмөртэйн ордын туршилтанд хэрэглэсэн уг сорьцоос үйлдвэрлэх аргалжийн дундаж агуулга 58.82% Fe, 7.21% SiO₂, 2.20% Al₂O₃, 7.72% CaO, 6.65% MgO байхыг тогтоож, 4.62% C, 0.7% Si, 0.24% Mn, 0.04% S, 0.07% P гэсэн агуулгатай 100 кг ширмийг доменгоор хайлуулахад 65 кг кокс, 176.6 кг аргалж хэрэглэнэ.

Төмөртолгойн ордын төмрийн хүдрийн аргалжийг домен зуухаар хайлуулахад SiO₂-32.80%, Al₂O₃-12.13%, CaO-28.20%, MgO-25.01% гэсэн агуулгатай, 1.86 гэсэн B₃ суурилагтай шаар үүснэ. Ийм шаараар ганд

үйлдвэрлэхэд зориулсан (бага цахиуртай) ширэм хайлуулах боломжгүй.

Учир нь домен зуухны шаарыг шингэн төлөвтэй байлгахын тулд CaO-MgO-SiO₂-Al₂O₃ төлөв байдлын диаграммаар 27.5-44% CaO, 29.6-40.0% SiO₂, 5-20% MgO, 15% Al₂O₃ гэсэн агуулгатай, 0.81-1.30 гэсэн B₃ суурилагтай шаар байх ёстой.

Хүдрийн шаарны бүрэлдэхүүн үзүүлэлтийг харьцуулах нь

Хоёр өөр он цагт, хоёр өөр байгууллагын Төмөртэй, Төмөртолгойн хүдэрт гүйцэтгэсэн технолог шинжилгээ нь түвшин, шинжилгээний арга хэрэгслээр ялгаатай ч маш ойролцоо дүгнэлт өгчээ. Тэнд хүдрийн технологийн төрөл, захын агуулга, технологийн зарчмын схем, дамжлагын ялгаатай схемийн тойм техник-эдийн тооцоо хийхэд шаардлагатай анхдагч өгөгдлийг гаргаж чадсан байна.

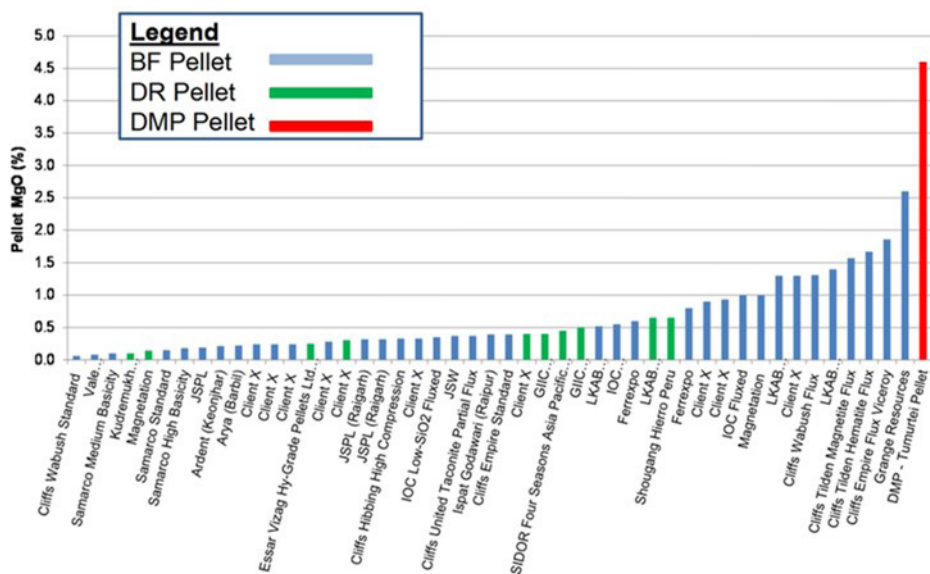
Магнийн ислийг өвөрмөцөөр агуулсан Төмөртэй, Төмөртолгой ордуудын хувьд хүдрийн энэ онцлогтой уялдуулж, шаар бүрдүүлэх үзүүлэлтийг энд ялгаж харьцуулав.

Бас [4] ажилд Төмөртэйн ордын төмрийн хүдрээс үүсэх бөөнцөгийг бусад ордын төмрийн хүдрийн бөөнцөгтэй агуулагдах магнийн ислийн хэмжээг харьцуулсан (Зураг 2).

Хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлөөс хамааруулж металлургийн технологийн зарчмын схемийг сонгодог.

Магнетитийн хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлийг ангижруулахад шаардлагатай бол доломит нэмж, кварцит нэмдэггүй.

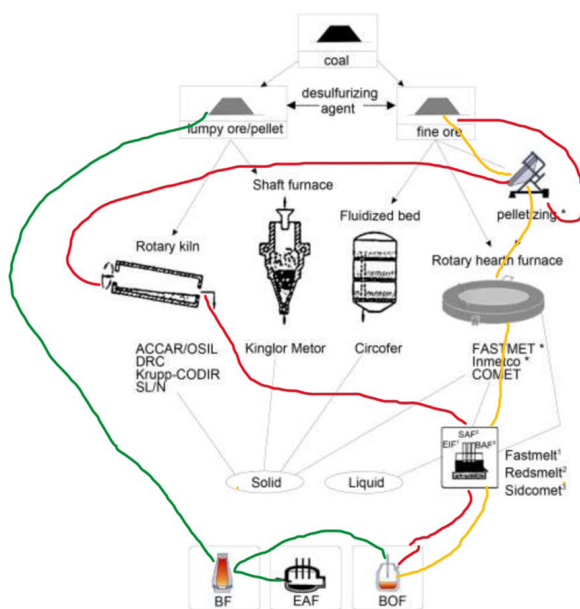
Магномагнетитийн хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлийг ангижруулахад эсрэгээр кварцит заавал нэмж, доломит нэмдэггүй.



Зураг 2. Магнийн ислийн агуулгаар Төмөртэйн хүдрийн бөөнцөгийг бусад төмрийн хүдрийн бөөнцөгтэй харьцуулсан нь [4]



Зураг 3. Брикетлэх ба хорголжлох,аргалжлах процессийн дамжлага [5]



Зураг 4. Төмрийн хүдрийг ангижруулах зарчмын схемүүд (Technological path) [5]

Төмөртэй ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийн анхдагч хүдрийг төлөөлсөн эрдэс-технологийн сорьц дээр тодорхойлсон металлургийн технологийн зарчмын схем нь Төмөртолгой ордын Баруун биетийн төмрийн хүдрийг төлөөлсөн томсгосон лабораторийн сорьц дээр тодорхойлсон металлургийн технологийн зарчмын схем адил учир эдгээр төмрийн хүдэр нь үйлдвэрийн нэг төрөл юм.

Төмрийн хүдрийг домен зуухаар хайлуулахад шаарны бүрэлдэхүүнийг явцуу хүрээнд тогтвортой барихыг шаарддаг. Домен зууханд үүсэх шаарны MgO-ийн агуулга 8%-оос бага тохиолдолд доломит нэмдэг бол MgO-ийн агуулга 18%-оос их тохиолдолд кварцит нэмдэг.

Домен зуухаар боловсруулах зарчмын схемийг шаарны бүрэлдэхүүнд кварцит нэмэхээр заасан учир Төмөртэй болон Төмөртолгойн ордын хүдэр нь технологийн нэг төрөл болно.

Ийм учраас ажил [5]-д Төмөртэйн ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетийн одоо олборлож байгаа төмрийн хүдрийг “соронзон-аргалж-домен”

гэсэн технологийн зарчмын схемийг сонгож, техник-технологийн болон эдийн засгийн хамгийн бага эрсдэлтэй гэж зөвлөсөн байна (Зураг 3 ба 4).

Санал

Металлургийн туршилтын лаборатор, суурь бааз хөгжөөгүй манай улсын нөхцөлд эрэл, үнэлгээний ажлын үр дүнгийн үнэ цэнг өргөх, ордын хүдрийн технологийн үнэлгээ, хүдэржилтийн геолог загварыг чанартай болгох, объектын эдийн засгийн үнэлгээг баримжаатай зөв гүйцэтгэхэд геометаллургийн үнэлгээг санал болгов.

Дүгнэлт

Төмөртэй ордын Зүүн хэсгийн Зүүн биетээс одоо олборлож байгаа хүдрийн үйлдвэр, технологийн төрлийг “тунамал чулуулгийн магнетит” гэж тогтоов [6].

Зохиол

- [1] Raw Materials Testwork Report. SGS Canada Inc. 5th December, 2016. Lakefield, Ontario.
- [2] Committee for Fundmental Metallurgy, Slag Atlas, Dusseldorf: Verlag Stahleisen, 1981.
- [3] Исследование обогатимости и агломерационных свойств 2-х проб железных руд месторождения Томур Толгой. Главгеология РСФСР, Западно-Сибирское геологическое управление. Комплексная тематическая экспедиция. Технологическая лаборатория. 26 января 1964 г. Новокузнецк.
- [4] Prefeasibility Report for Darkhan Metallurgical Plant Expansion. December 9, 2016. HATCH.
- [5] Metallургийн технологийн судалгаа, технологийн тохирлын үнэлгээ, эдийн засгийн тооцоолол. Зөвлөхийн тайлан. 2015.02.05. УБ. Монгол Улс.
- [6] Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангиллыг төмрийн хүдэрт хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж. УБ. 2019. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам.