Дэгдэмхий үнснээс гарган авсан нано бүтцэт алюмосиликатын анагаахын хэрэглээ

М.Алтантогос[1,2*], М.Батхишиг[2], З.Отгон[1], Г.Эрдэнэчимэг[1], Ө.Батцэцэг[1]

[1]Анагаахын Шинжлэх Ухааны Үндэсний Их Сургууль
[2]Монгол Улсын Их Сургууль
Цахим хаяг: altantogos.mg@mnums.edu.mn, Утас: 99155223

Түлхүүр үг:
Цеолит
Гидротермийн арга
Катион солилцогч
Анагаахын хэрэглээ

Товч утга: Нүүрс нь нефть болон байгалийн хийтэй харьцуулбал үнэ хямд, ихээхэн нөөцтэй түүхий эд тул түүний хэрэгцээ жилээс жилд өсөн нэмэгдэж байна. Нүүрсний шаталтаас үүсэх үндсэн бүтээгдэхүүн нь үнс бөгөөд нийт үнсний тодорхой хэсэг нь дэгдэмхий үнснээс бүрдэнэ. Манай улсын хувьд нүүрс болон сайжруулсан түлшний хэрэглээ өндөр байгаа учраас дэгдэмхий үнсийг дахин хэрэглэснээр түүний хор хөнөөлийг багасгах сайн талтай. Дэгдэмхий үнсийг шууд ба шууд бус аргаар боловсруулан хэрэглэхээс гадна багагүй хэсгийг ландфиль хийж устгаж байна. Дэгдэмхий үнсийг цахиур, төмөр, хөнгөн цагаан, зэсээр баяжуулан нанохэмжээст жижиг хэсгийг синтезлэн гарган авч ашиглах боломжтой. Энэхүү тойм судалгааны ажлаар дэгдэмхий үнснээс нано бүтцэт алюмосиликатыг синтезийн аргаар гарган авах, түүнийгээ анагаахын салбарт хэрхэн хэрэглэж болохыг тоймлон өгүүллээ.

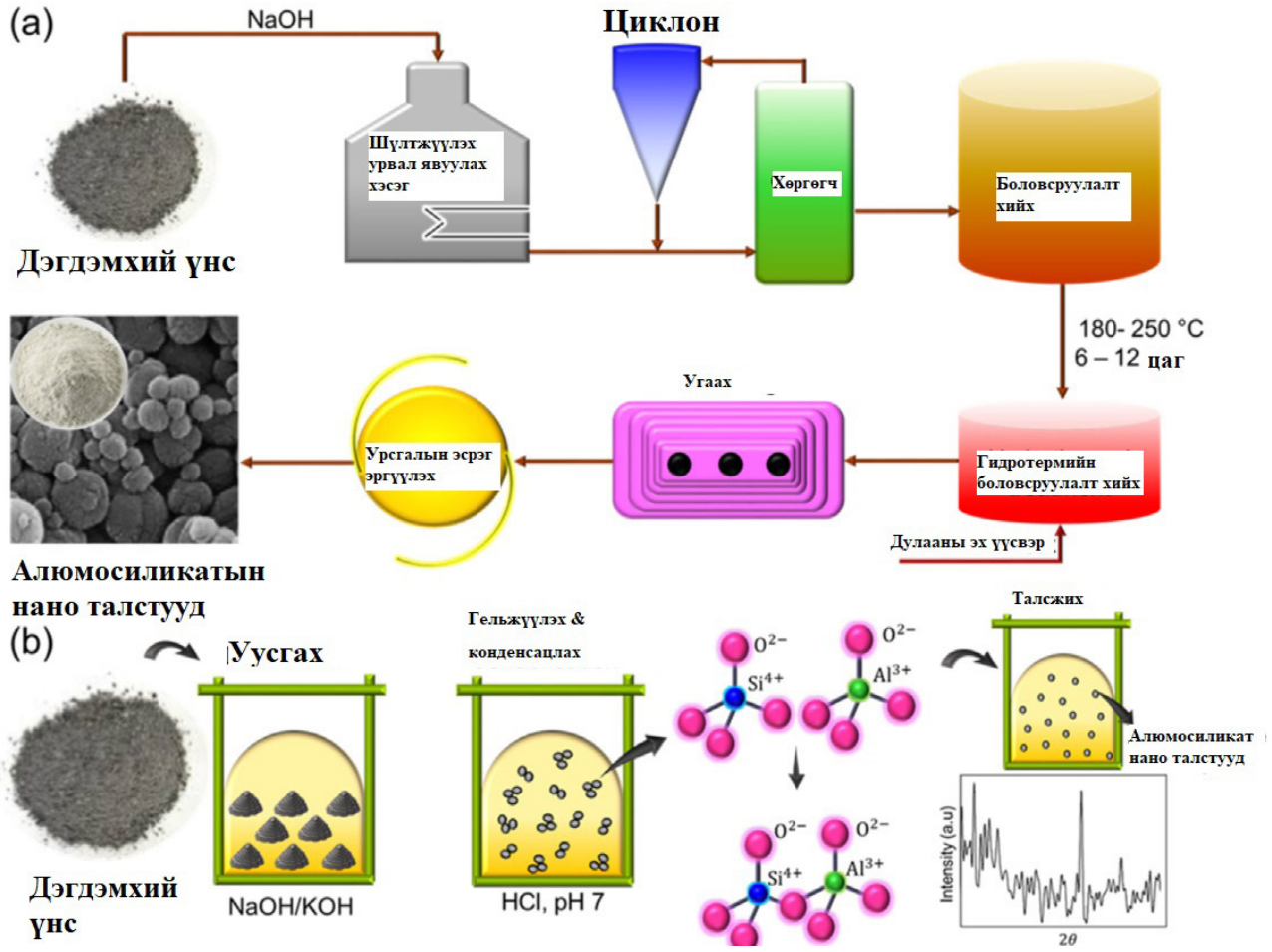
Оршил: Нүүрсний шаталтаар анхдагч эх үүсвэр болох дэгдэмхий үнс маш их хэмжээтэйгээр үүсдэг учраас түүнийг хаяж устгахаас илүүтэйгээр үр ашигтай хэлбэрээр ашиглах нь стратегийн чухал асуудлын нэг нь болж байна[1]. Дэгдэмхий үнсийг ашиглан хөрсний бүтцийг сайжруулах ажлууд хийгдэж байгаа хэдий ч дэгдэмхий үнс нь энэ төрлийн хэрэглээнд тодийлөн тохиромжтой биш (ундны ус дэгдэмхий үнснээс гаралтай хүнд металлаар бохирдох, ялгарч байгаа хий нь агаарыг бохирдуулдаг) гэж үзэж байна. Үүнээс гадна дэгдэмхий үнс нь уран, ради, рутени, тори (ба К) гэсэн цацраг идэвхт бодисуудыг өөртөө агуулдаг учраас ландфиль хийж устгах нь зохимжгүй байна[2]. Иймээс дэгдэмхий үнсийг ашиглан шинэ материал гарган авах хэрэгтэй. Дэгдэмхий үнсийг ашиглан гарган авсан шинэ материал нь цахиур, хөнгөн цагааны агууламж өндөр, бүтцийн хувьд байгалийн цеолиттой төстэй шинж чанартай материал юм[3].

Хаягдал дэгдэмхий үнсний физик, химийн шинж чанар, найрлага: Дэгдэмхий үнсний шинж чанар нь дэгдэмхий үнсийг гарган авсан эх үүсвэр, шаталтын зэрэг, хөрөх хурд зэргээс хамааран өөр өөр байна[4]. Дэгдэмхий үнсний жижиг хэсгийн диаметр нь 1-100 микрометр байх бөгөөд ихэвчлэн бөмбөрцөг хэлбэртэй байна. Чухал физик шинж чанар нь ширхэглэлтийн диаметр бөгөөд үүгээр дэгдэмхий үнсний урвалд орох идэвхийг тодорхойлдог[5]. Хими шинж чанар нь дэгдэмхий үнсний шинж чанарыг тодорхойлох үндсэн үзүүлэлт болдог[6]. Алюмосиликат нь Si/Al-ийн харьцаа өндөр байдаг ач холбогдол бүхий материалуудын нэг нь юм. Дэгдэмхий үнсэнд агуулагддаг өөр нэг нэгдэл нь төмрийн оксид бөгөөд дэгдэмхий үнсний өнгийг тодорхойлохоос гадна хувийн жинг хэмжих нэг гол үзүүлэлт болдог. Мөн анионуудаас сульфидүүд бага хэмжээгээр агуулагдах ба дэгдэмхий үнсний эх үүсвэрээс хамааран газрын шүлтийн металлын нэгдлүүд агуулагддаг байна[7,8].

Алюмосисликатын ангилал: Алюмосиликатууд буюу “Буцалдаг чулуу”-г анх 1765 онд эрдэмтэн А.Ф.Кронстед нээжээ. Хожим нь цеолит хэмээх үг нь “Цео” буюу буцлах, “Литос” буюу чулуу гэдэг Грек үгнээс гаралтай гэж үзжээ. 1862 онд анх Ст. Клэр Девиль лабораторид алюмосиликатыг синтезийн аргаар гарган авахыг оролджээ. Үүний дараа Милтон ба Брэк нар анх удаа синтезийг амжилттай явуулжээ. 1960 оны үеэр А, Х ба Y төрлийн цеолитуудыг Милтон ба Брэк нарын баг нээн судалж, Si/Al-ийн харьцаан дээр нь үндэслэн ангилж, эдгээрийг алюмосиликат композит хэмээн үзжээ[9]. Алюмосиликатын нүхний хэмжээс нь 4-13 ангстрем (Å) байх бөгөөд хэлбэр нь дугуй, эллипс ба хошоонгорын навч хэлбэртэй байна.

Алюмосиликат бол түүний бүтэц дэх хөндий хэсэгтээ микро сүвэрхэг нүхтэй, талст гидрат эрдэс юм. Алюмосиликатын сүвэрхэг шинж чанар нь абсорбцын үед ион солилцоо явуулах, катион молекулуудын диффуз явуулах, молекулын шүүлтүүр хийх, гетероген катализ болон электрохимийн катализ явуулах үндэс нь болдог байна. Энэ нь катион солилцооны сонгомол чанарыг зохицуулж өгснөөр усан орчноос өөр өөр ионуудыг зайлуулах боломжтой болдог[10,11,12].

Алюмосиликатыг гарган авах аргууд: Алюмосиликатуудыг байгалийн болон синтезийн гаралтай цеолит хэмээх 2 төрөл болгон ангилдаг. Нуур болон далайд галт уулын гаралтай чулуулаг тунадасжих явцад үүссэн үнс нь шүлтлэг орчинд алюмосиликатын талст болон хувирдаг[13,14]. Алюмосиликатыг синтезийн аргаар гарган авахдаа өндөр болон нам температурын синтезийн арга гэсэн 2 үндсэн аргаар гарган авч байна. Өндөр температурын аргыг түгээмэл ашиглаж байгаа бөгөд синтезийг шүлтлэг орчинд ойролцоогоор 300-700^{0}C температурт гидротермийн аргаар явуулж байна. Зураг 1-т үйлдвэрийн нөхцөлд гидротермийн аргаар алюмосиликатыг синтезлэх процессын дарааллыг харуулав[15,16].



Зураг 1. Алюмосиликатыг гарган авах үйлдвэрийн ерөнхий схем

Дэгдэмхий үнснээс нано бүтцэт алюмосиликатыг гарган авах синтезийн аргууд нь өөр өөрийн гэсэн давуу талтай боловч хязгаарлагдмал хүчин зүйлүүдтэй байна. Синтезийн арга бүрийн үндсэн механизм нь цахиур ба хөнгөн цагааныг нано бүтцэт алюмосиликатын талст болгон хувиргах бөгөөд аргын сонголтоос хамааран гарган авсан алюмосиликатын цэвэршилтийн түвшин нь өөр өөр байна[17,18,19].

Алюмосиликатуудыг эмийг хэрэгтэй газар нь хүргэх зөөгч бодис болгон ашиглах нь: Алюмосиликатуудыг анагаах ухааны салбарт хамгийн онцлог хэлбэрээр ашиглаж байгаагийн нэг жишээ нь нано бүтцэт эрдсийг ашиглан эмийн бодисуудыг хүний биеийн хэрэгтэй хэсэгт хүргэхэд ашиглаж байгаа явдал юм. Үүнээс гадна эмийн бодисыг хяналттай чөлөөлөх боломж бүхий ухаалаг микро капсулыг гарган авахын тулд нано бүтцэт алюмосиликатуудыг ашиглаж байна. Алюмосиликатууд нь тэдгээрийн нүхний хэмжээнээс үл хамааран гидрофоб шинж чанартай байдаг тул усанд муу уусдаг болон уусдаггүй эмийн бодисуудыг усан орчинд уусгахын тулд ашиглах боломжтой. Энэ шинж чанар нь алюмосиликатын сүвэрхэг бүтцэд эмийн молекулуудыг урхидан оруулж хяналттайгаар чөлөөлөх боломжийг олгож байна[20]. X ба Y төрлийн цеолитийг ихэвчлэн амаар уудаг эмийн хамт хэрэглэдэг байна. Фурье хувиргалттай нил улаан туяаны спектрофотометр (FTIR)-ийн аргаар анализ хийж үзэхэд цеолитод ачаалласан эмийн бодисын 90% нь хяналт бүхий зорилтот хэсэгт чөлөөлөгдөж байгаа нь тогтоогдсон. Сүүлийн үед хийсэн судалгааг авч үзвэл алюмосиликатуудыг хөхний хорт хавдрын үед хавдрын шугаман эсүүдийг судлахын тулд in vitro

судалгаанд хавдрын эсрэг эмийн бодисыг нүүрсний дэгдэмхий үнснээс синтезийн аргаар гарган авсан алюмосиликатыг ашиглан эмийн бодисыг хэрэгтэй хэсэгт нь хүргэжээ[21]. Сүүлийн үеийн судалгаагаар алюмосиликатуудыг мөнгө (Ag)-өөр боловсруулан сайжруулалт хийж бактерийн эсрэг үйлчилгээг нь судлахад *Eschirashia coli, P. Aeruginosa and Candida albicans* гэсэн бактерийн эсрэг үйлдэлтэй болохыг тогтоожээ[22].

Алюмосиликатуудыг био-инженерчлэлд ашиглах нь: Si/AI-ийн харьцаа өндөр байх алюмосиликатуудыг идэвхтэй био-керамик материал гарган авч ясны хатуу эдийг бий болгохын тулд био-инженерчлэлийн салбарт өргөн ашиглаж байна[23]. Шинэ Зеландад коллагенээр сайжруулсан алюмосиликатыг туулайд зохиомлоор үүсгэсэн дунд чөмөгний ясны бэртлийг эмчлэхэд ашиглан туршиж үзжээ. Энэхүү судалгаанд алюмосиликат-коллаген гэсэн бүтэц бүхий композит материалыг ашиглан 15, 30, 60 дахь хоногт мониторинг хийхэд чөмөгний ясны бэртэл 15 хоногийн дараа (суулгац болгох ашиглахад) эмчлэгдэх чадвартай болохыг нотолжээ[24].

Алюмосиликатуудыг гемодиализад ашиглах нь: Алюмосиликатуудын ион солилцох чадвар өндөр байдаг учраас гемодиализын системд ашиглахад мочевиний хэмжээг 66-75% бууруулж байгааг тогтоожээ. Сүүлийн үеийн судалгаагаар алюмосиликатыг ашиглан бүтээсэн сүвэрхэг мембраны тусламжтайгаар цусан дахь креатиний хэмжээг 75% хүртэл бууруулж чадсан нь гемодиализын хувьд өндөр үр дүн гэж үзжээ[5,25].

Дүгнэлт: Жил бүр 30 сая тонн дэгдэмхий үнсийг ландфиль хийн устгаж байгаа нь дэлхий дахины өмнө тулгарч байгаа томоохон сорилт болж байна. Дэгдэмхий үнсийг боловсруулан шинэ материал гарган авах, ялангуяа анагаахын салбарт эмийн бодисыг зөөвөрлөх, эмийн бодисыг хүргэх системүүд, гемодиализ болон био-инженерчлэлийн салбарт хэрэглэх боломжтой гэж үзэж байна.

Ном зүй:

1. *Lee J, Kim T, Sung M, Thi Vu HH, Shin KN, Ahn JW. An integrative approach to international technology transfer for recycling Vietnam coal ash with consideration of the technological, legal, and network perspectives. Sustain. 2020;12(3). doi:10.3390/su12030771*
2. *Ferrarini SF, Cardoso AM, Paprocki A, Pires M. Integrated Synthesis of Zeolites Using Coal Fly Ash: Element Distribution in the Products, Washing Waters and Effluent. 2016;27(11):2034-2045.*
3. *Oncioiu I. The effect of fly ash on sunflower growth and human health. 2018.*
4. *Yao ZT, Ji XS, Sarker PK, et al. A comprehensive review on the applications of coal fly ash. Earth-Science Rev. 2015;141:105-121. doi:10.1016/j.earscirev.2014.11.016*
6. *Azizi SN, Ghasemi S, Yazdani-Sheldarrei H. Synthesis of mesoporous silica (SBA-16) nanoparticles using silica extracted from stem cane ash and its application in electrocatalytic oxidation of methanol. Int J Hydrogen Energy. 2013;38(29):12774-12785. doi:10.1016/j.ijhydene.2013.07.086*
7. *Figueira RB. Hybrid sol-gel coatings for corrosion mitigation: A critical review. Polymers (Basel). 2020;12(3):9-12. doi:10.3390/polym12030689*
8. *Zha F, Liu S, Du Y, Cui K. Behavior of expansive soils stabilized with fly ash. Nat Hazards. 2008;47(3):509-523. doi:10.1007/s11069-008-9236-4*
9. *Zhang ZH, Zhu HJ, Zhou CH, Wang H. Geopolymer from kaolin in China: An overview. Appl Clay Sci. 2016;119:31-41. doi:10.1016/j.clay.2015.04.023*
10. *Zhang Z, Provis JL, Zou J, Reid A, Wang H. Toward an indexing approach to evaluate fly ashes for geopolymer manufacture. Cem Concr Res. 2016;85:163-173. doi:10.1016/j.cemconres.2016.04.007*
11. *Hamadi A, Nabih K. Synthesis of Zeolites Materials Using Fly Ash and Oil Shale Ash and Their Applications in Removing Heavy Metals from Aqueous Solutions. J Chem. 2018;2018. doi:10.1155/2018/6207910*
12. *Fořt J, Šál J, Žák J, Černý R. Assessment of wood-based fly ash as alternative cement replacement. Sustain. 2020;12(22):1-16. doi:10.3390/su12229580*
13. *Mahmoud K, Saasen A, Vrålstad T, Hodne H. Potential utilization of geopolymers in plug and abandonment operations. Soc Pet Eng - SPE Bergen One Day Semin 2014. 2014:389-402. doi:10.2118/169231-ms*
14. *Jaramillo Nieves LJ, Elyseu F, Goulart S, de Souza Pereira M, Valvassori EZ, Bernardin AM. Use of fly and bottom ashes from a thermoelectrical plant in the synthesis of geopolymers: Evaluation of reaction efficiency. Energy Geosci. 2020;(xxxx). doi:10.1016/j.engeos.2020.09.004*
15. *Iqbal A, Sattar H, Haider R, Munir S. Synthesis and characterization of pure phase zeolite 4A from coal fly ash. J Clean Prod. 2019;219:258-267. doi:10.1016/j.jclepro.2019.02.066*
16. *Haustein E, Kuryłowicz-Cudowska A. The effect of fly ash microspheres on the pore structure of concrete. Minerals. 2020;10(1). doi:10.3390/min10010058*
17. *Ruíz-Baltazar A, Esparza R, Gonzalez M, Rosas G, Pérez R. Preparation and characterization of natural zeolite modified with iron nanoparticles. J Nanomater. 2015;2015:1-9. doi:10.1155/2015/364763*
18. *Czuma N, Baran P, Franus W, Zabierowski P, Zarębska K. Synthesis of zeolites from fly ash with the use of modified two-step hydrothermal method and preliminary SO 2 sorption tests. Adsorpt Sci Technol. 2019;37(1-2):61-76. doi:10.1177/0263617418810607*
19. *Golbad S, Khoshnoud P, Abu-Zahra N. Hydrothermal synthesis of hydroxy sodalite from fly ash for the removal of lead ions from water. Int J Environ Sci Technol. 2017;14(1):135-142. doi:10.1007/s13762-016-1133-x*
20. *Chen-Tan NW, Van Riessen A, Ly C V., Southam DC. Determining the reactivity of a fly ash for production of geopolymer. J Am Ceram Soc. 2009;92(4):881-887. doi:10.1111/j.1551-2916.2009.02948.x*
21. *Al-Ghouti MA, Al-Degs YS, Ghrair A, et al. Development of industrially viable geopolymers from treated petroleum fly ash. J Clean Prod. 2021;280:124808. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124808*
22. *Siyal AA, Azizli KA, Man Z, Ullah H. Effects of Parameters on the Setting Time of Fly Ash Based Geopolymers Using Taguchi Method. Procedia Eng. 2016;148:302-307. doi:10.1016/j.proeng.2016.06.624*
23. *Yu Z, Ye G. The pore structure of cement paste blended with fly ash. Constr Build Mater. 2013;45:30-35. doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.04.012*
24. *Gollakota ARK, Volli V, Shu CM. Progressive utilisation prospects of coal fly ash: A review. Sci Total Environ. 2019;672:951-989. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.03.337*
25. *Langer R. Robert langer*. 1989;1595(1985):1527-1534.*

The medical uses of nano-structured alumosilicate synthesized from fly ash

Altantogos.M[1,2], Batkhishig.M[2], Otgon.Z[1], Erdenechimeg.G[1], Battsetseg.U[1]*

[1]Mongolian National University of Medical Sciences
[2]National University of Mongolia
Email: altantogos.mg@mnums.edu.mn, Tel: 99155223

Coal is cheaper than oil and natural gas, and its demand is growing year by year. The main product of coal combustion is ash. Some of the total ash consists of fly ash. Because of high consumption of coal and improved fuels in our country, the reuse of fly ash has the advantage of reducing its harmful effects. Due to the high consumption of coal and improved fuels in our country, the processing and reuse of fly ash has the advantage of reducing its harmful effects. Fly ash is processed directly and indirectly, and a significant portion is disposed into landfills. Fly ash can be enriched with silicon, iron, aluminum, and copper to synthesize nanoparticles. This review outlines the synthesis of nanostructured aluminosilicates from fly ash and it's usage in medical field.

Keywords: Aluminosilicate, fly ash, hydrothermal method, medical application