GIDROTOZALASH KATALIZATORLARINING OLTINGUGURTLI MUHITDAGI BARQARORLIGINI BAHOLASH METODIKASI

Ro'ziyev Fazliddin Baxriddin o'g'li

Annotatsiya. Oltingugurtga chidamli gidrotozalash katalizatori faol sulfid fazani saqlab, xomashyo tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni vodorod ishtirokida o‘zgartirishi hamda uzoq ishlashda faollikni yo‘qotmasligi bilan baholanadi. Maqolada mahalliy tashuvchida tayyorlangan NiMoS/CoMoS katalizatorlar uchun barqarorlik sinovlari va tahlil mezonlari ishlab chiqiladi. Sinovda kirish xomashyosi, oltingugurt miqdori, harorat, bosim, H2/uglevodorod nisbati va hajmiy tezlik qat’iy qayd etiladi; reaktordan chiqayotgan mahsulotning oltingugurti, H2S va uglevodorodlar balansi o‘lchanadi. OAKda e’lon qilingan 1000 dan 290 ppm gacha pasayish avvalgi amaliy natija sifatida keltiriladi, yangi tajriba ko‘rsatkichi sifatida berilmaydi. Taklif qilinayotgan yondashuv katalizator faolligi, deaktivatsiyasi va qayta tiklanishini kompleks baholashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar. gidrotozalash, sulfid katalizator, oltingugurtli xomashyo, deaktivatsiya, katalizator barqarorligi, H2S, qayta tiklash, dizel fraksiyasi.

Kirish

Gidrotozalash katalizatori reaktor sharoitida oltingugurt bilan ishlaydi; shu sabab “oltingugurtga chidamli” iborasi katalizatorning sulfidlangan faol fazasi jarayon muhitida ishlashga yaroqli va vaqt davomida barqaror ekanini anglatishi lozim. Metall oksid prekursorini sulfidlanmagan holda sinash amaliy faollikni ifodalamaydi. HDS katalizatorlarida MoS2 chekka markazlari va Co/Ni promotorlarining holati, xomashyo tarkibi hamda ish sharoiti birgalikda natijani belgilaydi [1,6].

Katalizator ishlashi davomida koks, metall-organik ifloslantiruvchilar, azotli asoslar, suv yoki noto‘g‘ri termik rejim sabab faol markazlar bloklanishi mumkin. Natijada mahsulotdagi oltingugurt miqdori ortadi yoki kerakli tozalash darajasi uchun jarayon haroratini ko‘tarish zarur bo‘ladi. Mahalliy tashuvchi va qayta ishlangan Al2O3 asosidagi

materiallarni baholashda boshlang‘ich faollikdan tashqari vaqt bo‘yicha faollik saqlanishi, regeneratsiya va mexanik butunlik ham hisobga olinishi kerak.

Tadqiqot metodikasi

Barqarorlik sinovi uchun katalizator avval bir xil sulfidlanish protokoli bilan faollashtiriladi. Sinov xomashyosi fraksion tarkib, zichlik, azot va oltingugurt miqdori bo‘yicha tavsiflanadi. Reaktorning harorati, bosimi, suyuqlikning hajmiy tezligi, vodorod/xomashyo nisbati va gazning tozaligi qayd qilinadi. Reaktorni ishga tushirish bosqichida yotoq bo‘ylab harorat gradienti, oqim taqsimoti va moddiy balans tekshiriladi.

Katalizator faolligi vaqt davomida belgilangan oraliqlarda chiqish mahsulotidagi umumiy oltingugurt, H2S, zichlik, distillatsion xususiyatlar va aromatiklar bilan birga kuzatiladi. Oltingugurt konversiyasi $X_S=(S_{kir}-S_{chiq})/S_{kir}\times100\%$ tarzida hisoblanadi. Katalizatorning nisbiy faollik saqlanishi boshlang‘ich barqaror holatdagi tezlikka nisbatan aniqlanadi. Bosim va haroratning o‘zgarishi xomashyo yoki reaktor sababli bo‘lsa, katalizator ta’siridan ajratib qayd etiladi.

Sinovdan keyin katalizator TGA/TPO, BET, SEM-EDS, XRD va kerak bo‘lsa XPS bilan tekshiriladi. Koks miqdori, metall bilan ifloslanish, g‘ovak hajmi va sulfid faza o‘zgarishi qayd etiladi. Regeneratsiya qilinadigan namunalarda oksidlovchi rejim bosqichma-bosqich olib borilib, qayta sulfidlangandan keyingi faollik yangi namuna bilan taqqoslanadi. H2S, vodorod va oltingugurtli chiqindi gaz bilan bog‘liq barcha sinovlar yopiq tizim, gaz detektori, gaz yuvish qurilmasi va mahalliy mehnat xavfsizligi talablariga muvofiq bajariladi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi

OAK ma’lumotida Ni–Co–Mo–P/Al2O3 katalizatori bilan dizel tarkibidagi oltingugurt 1000 ppm dan 290 ppm gacha kamaygani bildirilgan [7]. Bu texnologik ishlashning avvalgi ko‘rsatkichi, ammo uzoq muddatli deaktivatsiya tezligi yoki regeneratsiyadan keyingi faollikni o‘z-o‘zidan bermaydi. Shu bois ushbu maqola uchun

“chidamlilik” da’vosi konversiya ko‘rsatkichi bilan cheklanmasdan, katalizatorning bir necha yuz soatlik yoki texnologik jihatdan asoslangan uzluksiz sinovida o‘lchanishi kerak.

2025-yilgi faollashtirilgan gil tashuvchilar bo‘yicha ishda og‘ir gazoyl uchun ikki qatlamli CoMo/kaolin va CoMo/bentonit tuzilmasida 93,38% oltingugurtni olib tashlash ko‘rsatilgan [2]. Tadqiqotda sinov bosimi 12 bar va harorat 225–370 °C oralig‘ida bo‘lgan. Bunday natija katalizatorning mahalliy gil asosidagi tizimlarda ishlashi mumkinligini ko‘rsatsa-da, xomashyo tarkibi, reaktor geometriyasi va ikki qatlamli yotoq sabab O‘zbekiston dizel fraksiyasi yoki alohida mahalliy katalizator bilan bevosita taqqoslab bo‘lmaydi.

Barqarorlik tahlilida kamida uch bosqich muhim: faollikning boshlang‘ich qiymati, vaqt bo‘yicha pasayish sur’ati va qayta tiklangandan keyin saqlanadigan faollik. Agar chiqishdagi oltingugurt ortishi bilan birga bosim tushuvi oshsa, koks yoki yotoq zichlanishi ehtimoli ko‘riladi; agar bosim tushuvi o‘zgarmay, faollik pasaysa, faol fazaning kimyoviy holati yoki zaharlanish omillari tahlil qilinadi. Shu diagnostika katalizator almashtirishni faqat yakuniy oltingugurt qiymatiga qarab belgilashdan ko‘ra aniqroq sababiy xulosa beradi.

Natijalarning muhokamasida xomashyo ta’sirini katalizator ta’siridan ajratish zarur. Har bir yangi xomashyo partiyasida umumiy oltingugurt va azot o‘lchanadi; oltingugurtni chiqarish darajasi bilan bir qatorda mahsulotdagi mutlaq ppm, reaksiya harorati, vodorod sarfi va distillyat chiqimi ham beriladi. OAK yoki boshqa mualliflarning amaliy natijalari kontekst uchun ishlatiladi, yangi eksperimental natija sifatida emas.

1-jadval. Katalizator barqarorligini baholash ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Hisoblash yoki tahlil	Talqin
Oltingugurtni kamaytirish	(S kir − S chiq)/S kir × 100%	Tozalash darajasi

Ko‘rsatkich	Hisoblash yoki tahlil	Talqin
Faollik saqlanishi	Vaqt t dagi tezlik / boshlang‘ich tezlik	Deaktivatsiya sur’ati
Bosim tushuvi	Reaktor kirish-chiqish ΔP	Yotoq ifloslanishi yoki zichlanishi
Qayta tiklanish	Regeneratsiyadan keyingi faollik / boshlang‘ich faollik	Regeneratsiya samarasi

Xulosa

Oltingugurtga chidamlilikni tasdiqlash uchun sulfidlangan katalizatorning faolligini uzoq muddat, real fraksiya bilan va nazorat katalizatoriga nisbatan tekshirish zarur.

Konversiya bilan birga deaktivatsiya tezligi, koks/ifloslanish, bosim tushuvi, H2 sarfi va regeneratsiyadan keyingi faollik baholanishi kerak.

OAKdagi va xalqaro adabiyotdagi raqamlar oldingi ish natijalaridir; yangi katalizator uchun taklif etilgan metodikada mustaqil o‘lchovlar talab qilinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Shafiq I., Shafique S., Akhter P., Yang W., Hussain M. Recent developments in alumina supported hydrodesulfurization catalysts for the production of sulfur-free refinery products: A technical review. Catalysis Reviews. 2022;64(1):1–86. DOI: https://doi.org/10.1080/01614940.2020.1780824.

[2] Zwain A., Al-Zaidi B., Shakor Z.M., Al-Shathr A., Al-Shafei E. Low-Pressure Hydrodesulfurization Catalysts of Heavy Gas Oil Using Activated Bentonite and Kaolin Clay Supports. ACS Omega. 2025;10(33):36917–36930. DOI: https://doi.org/10.1021/acsomega.4c09058.

[3] Moradi G.R., Kaghazchi T., Sari A. Hydrodesulfurization-supported catalysts: Effect of the preparation method. Chemical Engineering & Technology. 2011. DOI: https://doi.org/10.1002/ceat.201000466.

[4] Munnik P., de Jongh P.E., de Jong K.P. Recent Developments in the Synthesis of Supported Catalysts. Chemical Reviews. 2015;115(14):6687–6718. DOI: https://doi.org/10.1021/cr500486u.

[5] Feng J., et al. Alumina-Supported NiMo Hydrotreating Catalysts—Aspects of 3D Structure, Synthesis, and Activity. The Journal of Physical Chemistry C. 2022;126(43):18536–18549. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c05927.

[6] Borgna A., Apesteguía C.R., Mercado G. Hydrodesulfurization catalysts: Promoters, promoting methods and support effect on catalytic activities. Comptes Rendus Chimie. 2009;12(11):1202–1213. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crci.2008.10.018.

[7] Abdul-saheb R.F., Mohammed M.A. et al. OAK e'lonida keltirilgan "Gidrotozalash jarayoni uchun ishlatilgan adsorbent Al2O3 asosida bifunksional katalizator olish texnologiyasi" PhD dissertatsiyasi bo'yicha ma'lumot. OAK, 2024. https://oak.uz/index.php/pages/19581.

[8] Bekturdiev G.M. OAK e'lonida keltirilgan "Mahalliy xomashyolar asosida dizel distillyatini gidrotozalash uchun alyumonikelmolibdenli katalizator tashuvchisini yaratish" PhD dissertatsiyasi bo'yicha ma'lumot. OAK, 2022. https://oak.uz/pages/13330.

[9] "NiMo va NiMoW katalizatorlarining fizik-kimyoviy xossalariga tashuvchilarni titan dioksid bilan modifikatsiyalash usullarining ta'siri" PhD dissertatsiyasi bo'yicha OAK ma'lumoti. OAK. https://oak.uz/index.php/pages/4486.