FE^{3+} BILAN MODIFIKATSIYALANGAN NIMO VA COMO KATALIZATORLARIDA OLTINGUGURTLI BIRIKMALARNI O‘RGANISH

G‘ulomov Shuxratqodir Toshmatovich
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, 100011, O‘zbekiston
Yusupova Go‘Zal Xusan qizi
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti Olmaliq filiali, Olmaliq, 110100, O‘zbekiston
Po‘Latov G‘olibjon Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti Olmaliq filiali, Olmaliq, 110100, O‘zbekiston
Kambarov Asadjon Dilshod o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti Olmaliq filiali, Olmaliq, 110100, O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur maqolada Fe^{3+} ionlari bilan modifikatsiyalangan NiMo va CoMo asosidagi katalizatorlarning oltingugurtli organik birikmalar, xususan merkaptanlar va tiofenlar ishtirokidagi gidrodesulfurizatsiya jarayonidagi faolligi o‘rganildi. Mikrokatalitik va pilot qurilmalar yordamida reaksiya harorati, bosim, vodorod sarfi va merkaptan miqdorining katalitik jarayonga ta’siri o‘rganildi. Reaksiya mahsulotlari tarkibi xromatografik va fotokolorimetrik usullar bilan tahlil qilindi. 350 °C haroratda etilmerkaptanning to‘liq konversiyasi kuzatildi. Vodorod yetishmovchiligida esa olefinlar va disulfidlar hosil bo‘lishi qayd etildi. Sintez qilingan katalizatorlar sanoatdagi tabiiy gazlarni tozalash uchun istiqbolli namuna sifatida baholandi.

Kalit so‘zlar: Fe^{3+} modifikatsiyasi, NiMo katalizator, CoMo katalizator, gidrodesulfurizatsiya, merkaptanlar, etilmerkaptan, tabiiy gazni tozalash, katalitik faollik, termik destruktsiya, pilot qurilma.

Аннотация. В данной статье исследована активность катализаторов на основе NiMo и CoMo, модифицированных ионами Fe^{3+}, в процессе гидродесульфурации органических серосодержащих соединений, в частности, меркаптанов и тиофена. Путём экспериментов на микрокаталитических и пилотных установках были изучены влияние температуры, давления, расхода водорода и содержания меркаптанов на реакцию. Состав продуктов реакции анализировали методами хроматографии и фотоколориметрии. При температуре 350 °C достигалась полная конверсия этилмеркаптана. При дефиците водорода наблюдалось образование олефинов и дисульфидов. Полученные катализаторы оценены как перспективные для очистки природного газа.

Ключевые слова: модификация Fe^{3+}, катализатор NiMo, катализатор CoMo, гидродесульфурация, меркаптаны, этилмеркаптан, очистка природного газа, каталитическая активность, термическая деструкция, пилотная установка.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article investigates the catalytic activity of NiMo and CoMo catalysts modified with Fe^{3+} ions in the hydrodesulfurization of organic sulfur compounds, particularly mercaptans and thiophene. Experiments were conducted using microcatalytic and pilot-scale installations under varying conditions of temperature, pressure, hydrogen flow rate, and sulfur content. The composition of the reaction products was analyzed using chromatographic and photometric methods. Complete conversion of ethyl mercaptan to ethane and hydrogen sulfide was observed at 350 °C. In hydrogen-deficient conditions, olefins and disulfides were detected. The synthesized catalysts demonstrated high potential for industrial-scale natural gas purification.

Key words: Fe^{3+} modification, NiMo catalyst, CoMo catalyst, hydrodesulfurization, mercaptans, ethyl mercaptan, natural gas purification, catalytic activity, thermal decomposition, pilot plant.

Kirish

Organik oltingugurtli birikmalarni (merkaptanlar, tiofenlar) samarali yo‘qotish neft-gaz sanoatida ekologik toza va iqtisodiy foydali texnologiyalarni joriy etishda dolzarb muammodir.[1] Ushbu maqsadlar uchun samarali gidrodesulfurizatsiya katalizatorlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Fe^{3+} ionlari bilan modifikatsiyalangan NiMo va CoMo asosidagi katalizatorlar oltingugurtli birikmalarning gidrogenolizini kuchaytiruvchi istiqbolli modifikatsiya usuli hisoblanadi. So‘nggi yillarda atrof-muhit muhofazasi va energiya resurslaridan samarali foydalanish global miqyosda ustuvor yo‘nalishlardan biriga aylandi. Xususan, tabiiy gaz va neft mahsulotlarida mavjud bo‘lgan oltingugurtli birikmalar yonilg‘ining ekologik xususiyatlarini yomonlashtiradi, atmosferaga SO_2 ajralishiga olib keladi hamda qattiq ekologik me’yorlarga javob bermaydi. Shu sababli oltingugurtli birikmalarni samarali tarzda yo‘qotish usullari, xususan gidrodesulfurizatsiya (HDS) texnologiyasi keng qo‘llanilmoqda.[2]

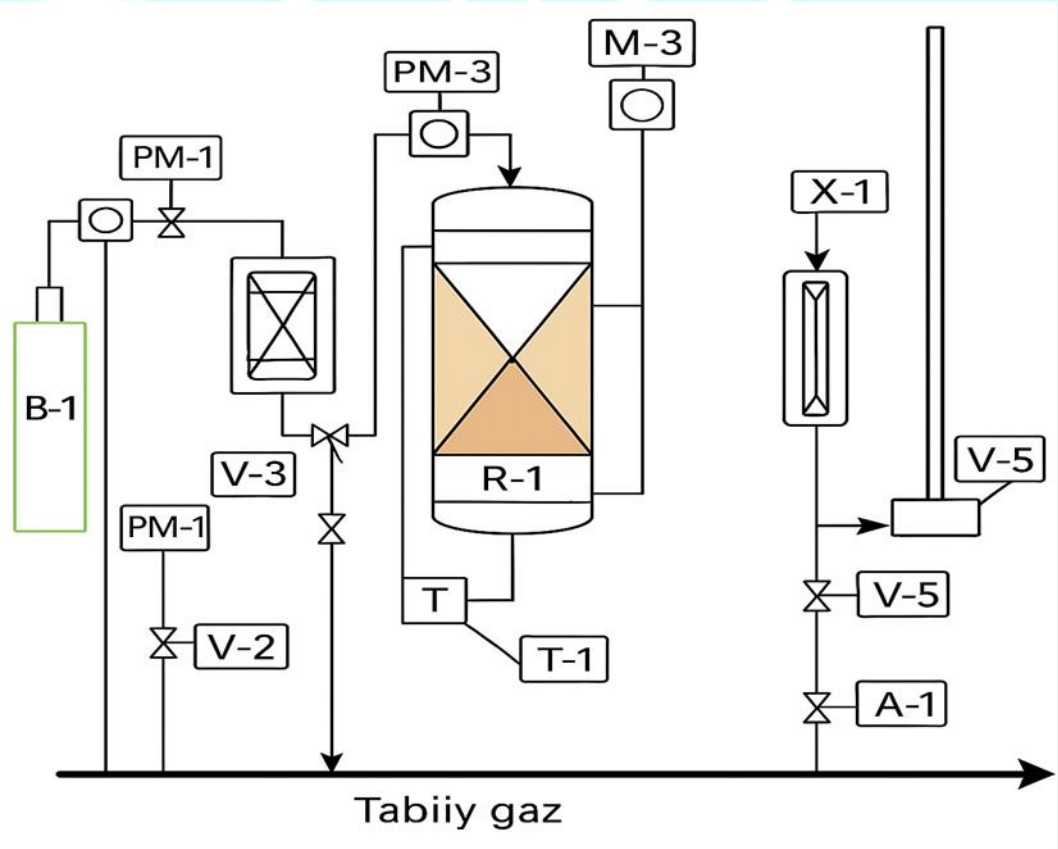
Tajriba sharoitlari va uslubi

Mikrokatalitik qurilmada model moddalardan - geksen-1, tiofen va dioktilsulfid foydalanildi. Bosim 0,001–0,02 MPa oralig‘ida, zarralar o‘lchami 1–0,63 mm bo‘lgan 5–25 g katalizatorlar sinovdan o‘tkazildi. Pilot qurilmada tabiiy gaz va vodorod aralashmasi harorat 250–300 °C, bosim 30–50 atm da reaktorga yuborildi. Reaksiyadan so‘ng gaz namunalarining H_2S va merkaptan tarkibi fotokolorimetrik usulda aniqlanib, reaksiya samaradorligi baholandi. Vodorod sarfi 4–8 l/soat oralig‘ida, etilmerkaptan tarkibi 0,1 g/m³ miqdorida bo‘ldi.

Tajribalarda dastlab mikrokatalitik qurilma yordamida model moddalarning – geksen-1, tiofen va dioktilsulfid – ishtirokida katalizatorlarning faolligi baholandi. Qurilmada bosim 0,001–0,02 MPa gacha o‘zgartirildi, katalizator zarralari o‘lchami 0,63–1 mm, massasi esa 5–25 g atrofida bo‘ldi. Ushbu sharoitlarda katalitik jarayonning boshlang‘ich haroratga va bosimga bog‘liqligi tahlil qilindi. Katalizator namunalarining yuzasi BET usuli bilan, element tarkibi esa rentgen spektral analiz bilan aniqlandi. Faollik

ISSN 3030-3907

baholashda asosiy parametrlar sifatida konversiya darajasi va H_2S hosil bo‘lish miqdori olindi.[3]



1-rasm. Bosim ostida katalitik faollikni sinovdan o‘tkazish uchun tajriba qurilmasining sxemasi

Keyingi bosqichda pilot o‘lchamdagi qurilma yordamida sanoatga yaqin sharoitlarda sinovlar olib borildi. Qurilma tabiiy gaz va vodorod aralashmasini 250–300 °C haroratda, 30–50 atm bosimda reaktorga uzatish imkonini berdi. Vodorod sarfi 4–8 l/soat diapazonda, etilmerkaptan miqdori esa 0,1 g/m³ bo‘ldi. Kiritilayotgan gaz aralashmasining tarkibi oldindan chromatografik analiz yordamida tasdiqlandi. Reaksiyadan chiqqan gaz namunalaridagi oltingugurt birikmalarining miqdori fotokolorimetrik usulda aniqlandi. Reaksiyadan oldin va keyin olingan gazlar tarkibi xromatografik usullar yordamida taqqoslab tahlil qilindi.[4,5] Reaksiyaning haroratga va vodorod sarfiga bog‘liq o‘zgarishlari model grafiklar orqali ifodalandi.

Reaksiya tenglamalari

Etilmerkaptanning gidrogenolizi:

$$C_2H_5SH + H_2 \rightarrow C_2H_6 + H_2S \qquad (1)$$

Termik parchalanish:

$$C_2H_5SH \rightarrow C_2H_4 + H_2S \qquad (2)$$

Merkaptanlar kondensatsiyasi:

$$2C_2H_5SH \rightarrow C_2H_5–S–C_2H_5 + H_2S \qquad (3)$$

Natijalar va taxlil

ISSN 3030-3907

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, 350 °C haroratda va 8 l/soat vodorod sarfida etilmerkaptanning to‘liq konversiyasi etan va sulfid gaziga kuzatildi. Haroratni 250 °C ga tushirish va vodorod sarfini 0,8 l/soatga kamaytirish natijasida to‘yinmagan birikmalar, xususan etilen paydo bo‘ldi. Vodorod mavjud bo‘lmagan holatlarda esa faqat termik parchalanish reaksiya sodir bo‘lib, olefinlar, disulfidlar va murakkab gaz aralashmasi hosil bo‘ldi. Xromatografik usullar yordamida reaksiya mahsulotlari tahlil qilindi va reaksiya yo‘nalishlari tasdiqlandi. Tajriba natijalariga ko‘ra, 350 °C haroratda va 8 l/soat vodorod sarfida etilmerkaptanning to‘liq gidrogenolizi sodir bo‘lib, reaksiya mahsulotlari tarkibida faqat etan va H_2S aniqlangan. Bu sharoitda merkaptanlarning konversiyasi 100% ga yaqin bo‘lib, katalizatorlarning yuqori gidrodesulfurizatsiya faolligini ko‘rsatdi. Reaksiya sharoitlari o‘zgartirilganda, ya’ni harorat 250 °C ga tushirilganda va vodorod sarfi 0,8 l/soatga kamaytirilganda, etilmerkaptan to‘liq parchalanmadi, uning konversiyasi atigi 65–70% ni tashkil etdi. Bu sharoitda mahsulotlar tarkibida to‘yinmagan birikmalar — etilen, propilen va butenlar xromatografik usul bilan aniqlangan. Bu esa katalitik jarayonda vodorod miqdori muhim omil ekanligini isbotlaydi. Vodorod umuman bo‘lmagan holatlarda, ya’ni faqat tabiiy gaz tarkibidagi merkaptanlar ishtirokida olib borilgan reaksiyalarda, reaktsiya faqat termik destruktsiya yo‘nalishida kechgan. Natijada murakkab gaz aralashmasi, jumladan olefinlar, disulfidlar va H_2S aniqlangan. Bunday sharoitda katalizatorning faolligi sezilarli darajada kamaygan. Umuman olganda, Fe^{3+} bilan modifikatsiyalangan NiMo va CoMo katalizatorlari 300–350 °C haroratda va optimal vodorod sarfi sharoitida yuqori selektivlik va konversiya ko‘rsatkichlarini namoyon etdi. Bu ularni sanoat sharoitida tabiiy gazni chuqur tozalashda ishlatish uchun mos kelishini ko‘rsatadi.

Xulosa

Fe^{3+} ionlari bilan modifikatsiyalangan NiMo va CoMo asosidagi katalizatorlar organik oltingugurtli birikmalarning gidrogenolizida yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Reaksiyaning optimal sharoitlari aniqlandi, vodorod yetishmovchiligida esa reaksiya yo‘nalishining o‘zgarishi qayd etildi. Ushbu katalizatorlar sanoat miqyosida tabiiy gazni oltingugurtdan tozalashda qo‘llash uchun istiqbolli hisoblanadi. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, Fe^{3+} bilan modifikatsiyalangan NiMo va CoMo asosidagi katalizatorlar oltingugurtli organik birikmalar, ayniqsa merkaptanlarning gidrodesulfurizatsiya reaksiyalarida yuqori faollik namoyon etadi. Reaksiya sharoitlari optimal tanlanganda – ya’ni 350 °C harorat va 8 l/soat vodorod sarfi – etilmerkaptanning to‘liq konversiyasi kuzatildi va reaksiya mahsulotlari orasida keraksiz yoki istalmagan qo‘shimcha moddalarning hosil bo‘lishi kuzatilmadi. Katalizatorlarning yuqori selektivligi va chidamliligi ularni sanoat miqyosida qo‘llash uchun istiqbolli qiladi. Tadqiqotlar shuningdek, vodorod miqdorining katalitik reaksiyalar samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Vodorod yetishmovchiligida reaksiyaning yo‘nalishi termik destruktsiyaga o‘zgaradi, bu esa mahsulotlar tarkibining sifatsizlashuviga olib keladi.

ISSN 3030-3907

Ushbu ishda qo‘llanilgan metodik yondashuv – mikrokatalitik va pilot uskunalarda bosqichma-bosqich sinovlar o‘tkazilishi natijalarning sanoatga yaqin sharoitlarda ham ishonchli bo‘lishini ta’minladi. Olingan natijalar asosida modifikatsiyalangan katalizatorlar asosida yangi texnologik sxemalarni ishlab chiqish va tabiiy gazni chuqur tozalash samaradorligini oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1.Nasullaev Kh.A., G‘ulomov Sh.T., Khabipov R.S., Abdiyusupov R.B. Study of processing of spent adsorbents in the sphere of production of catalyst carriers. Eurasian Journal of technology and innovation. Volume 2 Issue 10, October 2024 ISSN 2181-4511.

2.Юнусов M.M. Нефть ва gazni qayta ishlash. Тошкент: Kimyo, 2018.

3.G‘ulomov Sh.T., Yusupova G.X., Jumayev M. Activation and Restroration of Hydration Catalyst. “Universial Journal on innovative Education”, Amerikan. 2023 yil ISSN 2835-3048 35-38 betlar.

4.ISO 25457:2019. Catalyst testing procedures — Hydrodesulfurization of mercaptans.

5.Каримов А.Ф. va boshqalar. Organik oltingugurtli birikmalar katalitik reaksiyalari. Buxoro: O‘qituvchi, 2022.

ISSN 3030-3907