

**ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНИДА ҚЎЛЛАНИЛГАН ТИТАН (IV) ОКСИДИ
РЕАГЕНТЛАРИНИ САНОАТДА ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ ИМКОНИЯТЛАРИ**

Давлатов Сухроб Шавкатович,
Шўртан нефт газ қазиб чиқариш бошқармаси муҳандис технологлари

Қороева Дилнавоз кумаковна
Шўртан нефт газ қазиб чиқариш бошқармаси муҳандис технологлари

Аннотация:

Ишлатилган титан IV-оксиди (TiO_2) қайта регенерация қилиш бўйича тавсиялар ва қилинган ишларнинг натижаси баён этилган.

Калит сўзлари: Реагент, катализатор, чидамли, актив, титан (IV) оксиди, ион, металл, ҳарорат.

Introduction

Кириш

Саноатда титан (IV) оксиди (TiO_2) катализаторлари нафақат кимё ва нефть-газ соҳаларида, балки экологик технологияларда ҳам кенг қўлланилади. TiO_2 нинг фотокаталитик хусусиятлари уни органик ва ноорганик ифлосланишларни камайтиришда самарали катализаторга айлантиради. Аммо ишлаб чиқариш жараёнида TiO_2 катализаторлари мураккаб тузилма ва юқори ҳароратга чидамли бўлса-да, улар ишлатилгандан сўнг органик ифлослантирувчилар, металл ионлари ва бошқа зарарли моддалар билан қопланади. Бу катализаторнинг фаоллигини сезиларли даражада камайтиради.

Шунинг учун ишлатилган TiO_2 катализаторларини бевосита ташлаш экологик муаммоларни келтириб чиқариши, шунингдек янги катализаторларни сотиб олиш харажатларини ошириши мумкин. Мазкур ҳолат саноат учун иқтисодий ва экологик хавф туғдириб, самарали регенерация технологияларини ишлаб чиқишни зарур қилади.

Бу мақола саноатда ишлатилган TiO_2 катализаторларини қайта тиклаш усуллари, уларнинг қайта қўлланиш соҳалари ҳамда иқтисодий ва экологик самарадорлиги ҳақида кенгрок маълумот беришига қаратилган.

TiO_2 нинг асосий физико-кимёвий хусусиятлари

Титан (IV) оксиди — химий формуласи TiO_2 бўлган оксид модда бўлиб, табиатда асосан икки кристалл фаза — anatase ва rutile шаклида учрайди. Anatase фазаси фотокаталитик реакцияларда юқори самарадорликка эга, шу боис саноатдаги кўплаб катализаторларда ана шу туридан фойдаланилади. Rutile фазаси эса кўпроқ барқарорлик ва юқори ҳароратга чидамликка эга.

TiO_2 нинг фотокаталитик хусусияти унинг катализатор сифатида кенг қўлланилишига асос бўлади. Ушбу модда ёритиш энергиясини қабул қилиб, электрон ва тешикларнинг ҳосил бўлишига олиб келади, бу эса актив кислорода туркуми моддаларни ташкил қилади.

Бу актив моддалар органик ва ноорганик ифлослантирувчиларни парчалашда муҳим роль ўйнайди.

Чиқинди катализаторлардаги асосий муаммолар

Ишлаб чиқариш жараёнида TiO_2 катализаторлари юзаси турли ифлослантирувчилар билан қопланади:

- **Органик моддалар:** нефт маҳсулотлари, полимерлар, армаганиқланган углеводородлар.

- **Ноорганик ионлар:** металлнинг ионлари (Fe^{3+} , Cu^{2+} ва бошқалар), улар катализаторнинг фаол марказларини блоклайди.

- **Қаттқ каттқ моддалар:** ҳаво ва суюқлик ичидаги қатиклар, тузлар.

Бу ифлослантирувчилар катализаторнинг фотокаталитик фаоллигини камайтиради, ишлаш самарадорлигини пасайтиради ва узоқ муддатли ишлатишни қийинлаштиради. Қўшимча равишда, чиқиндиларнинг кўп йиғилиши ишлаб чиқариш жараёнининг атроф-муҳитга салбий таъсирини оширади.

Шу сабабли, ишлатилган TiO_2 катализаторларини қайта тиклаш ва уларнинг фаоллигини тиклаш муҳим вазифа бўлиб қолмоқда.

Титан (IV) оксидини регенерация қилиш технологиялари ва усуллари

Регенерация технологиялари - Ишлатилган TiO_2 катализаторларини қайта тиклаш мақсадида бир неча асосий технологиялар ишлатилади. Уларнинг ҳар бири катализаторнинг фаоллигини тиклашда турлича самарадорликка эга ва турли ишлаб чиқариш шароитларига мос келади.

Терморегенерация - Бу усулда TiO_2 катализатори юқори ҳароратда (одатда 300–500 °C) иситилади. Бу жараёнда органик ифлослантирувчилар ва ёқувчан қопламалар ёнади ва парчаланади. Терморегенерациянинг асосий афзаллиги-унинг нисбатан арзонлиги ва ишончлилиги. Аммо жуда юқори ҳароратда катализаторнинг тузилишига зарар етиши мумкин, шу боис ҳароратни оптимал даражада ушлаш муҳимдир.

Кислород муҳитида фотокаталитик регенерация - Бу усулда TiO_2 катализатори ёритиш ва кислород таъсирида қайта тикланади. Фотокаталитик реакциялар органик ифлослантирувчиларни парчалайди ва тозалайди. Бу регенерация тури терморегенерацияга нисбатан камроқ энергия сарфлайди ва катализаторнинг структурасини яхшироқ сақлайди. Самарадорлик даражаси 90-95% гача етказилиши мумкин.

Кимёвий модификация ва допинг - TiO_2 катализаторининг юзасини металл ионлари билан (масалан, Fe, Cu, V) допинг қилиш орқали унинг регенерация жараёнидаги фаоллигини ошириш мумкин. Бу усул фаол марказларни тиклаш ва янги актив марказлар ҳосил қилиш имконини беради. Бундай катализаторлар узоқ муддатли фаолликка эга бўлади.

Технологик жараёнлар ва уларнинг саноатда қўлланилиши

Регенерация усуллари саноатда қуйидаги жараёнларда татбиқ этилади:

Катализаторни алоҳида регенерация қилиш: ишлатилган TiO_2 алоҳида тозалаш ва регенерация ускуналарида қайта тикланади.

Қаттиқ чиқиндилар билан бирга қайта ишлаш: баъзи жараёнларда TiO_2 чиқиндилари махсус термик ёки кимёвий реакцияларга киритилади.

Қўшимча қадамлар билан бирлаштириш: регенерация жараёнида катализатор юзасини кимёвий қайта ишлаш ёки модификация қилиш.

Регенерация жараёнлари қуйидаги тартибда амалга оширилади.

Терморегенерация - Ишлатилган TiO_2 катализатори махсус термоидишга жойлаштирилиб катализатор $300\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$ ҳароратда қиздирилади. Бу жараёнда органик ифлослантирувчилар (масалан, нефть маҳсулотлари, полимер қопламалар) ёнади ва парчаланади. Натижада TiO_2 юзаси тозаланади ва фаолликни тиклайди.

Афзалликлари шундаки қўллаш осон ва тез, кенг қўламда саноатда татбиқ қилиниши мумкин, кимёвий модда ишлатилмайди, шу билан ифлосланиш хавфи камлиги.

Камчиликлари эса ҳарорат жуда юқори бўлган тақдирда катализаторнинг кристалл структураси бузилиши мумкин. Барқарорлик паст материаллар учун мос эмас, кислород етишмовчилиги ёки юқори ҳароратда бошқа ифлосланишлар пайдо бўлиши мумкин.

Масалан: Нефть-газ саноатида TiO_2 катализаторлари иситилиб, органик бирикмалардан тозаланади ва қайта ишлатишга тайёрланади.

Кислород муҳитида фотокаталитик регенерация. Ишлатилган TiO_2 катализатори кислородга бой муҳитда ва қуёш ёки сунъий ультрабинафша нурланиш остида қўйилади. Ушбу нурланиш катализаторда электрон-тешик жуфтликларини ҳосил қилиб, актив кислород туркуми - радикаллар чиқаришга олиб келади. Радикаллар органик ифлослантирувчиларни оксидлаш ва парчалаш жараёнида иштирок этади. Шу тарзда ишлатилган катализатор юзаси тозаланади ва фаоллик тикланади.

Афзалликлари: Терморегенерацияга нисбатан паст ҳароратда амалга оширилади, шу боис катализатор структураси сақланади. Экологик тоза ва ифлосланишсиз усулида фаолликни юқори даражада тиклайди (90–95%).

Камчиликлари: Узоқ вақт талаб қилиши мумкин лекин кўпроқ энергия сарфлайди (ўрнатмалар ва нурланиш манбалари учун). Катализатордаги ионларнинг таъсири билан самара пасайиши мумкин.

Мисол: Сув тозалаш заводларида TiO_2 фотокатализаторлари ультрабинафша нурланишда регенерация қилинади.

Кимёвий модификация (допинг) TiO_2 юзаси металл ионлари (Fe^{3+} , Cu^{2+} , V^{5+} ва ҳоказо) билан махсус ҳалқалар ёки ион алмаштириш усуллари орқали допинг қилинади. Бу модификация катализаторнинг фотокаталитик фаоллигини оширади, актив марказлар сонини кўпайтирилади. Допинг қилинган катализатор регенерация жараёнида юқори барқарорликка эга бўлади.

Афзалликлари: Фаолликни анча оширади, катализаторнинг узок муддатли фаоллигини таъминлайди, кимёвий регенерация жараёнлари билан бирлаштириб амалга оширилиши мумкин.

Камчиликлари: Қўшимча кимёвий моддалар талаб қилиши, допинг жараёни катализаторнинг айрим хусусиятларига салбий таъсир кўрсатиши. (масалан, фотокаталитик фаолликнинг муайян турлари пасайиши).

Мисол: Fe^{3+} ионлари билан допинг қилинган TiO_2 катализатори нефт маҳсулотларини қайта ишлашда самарали катализатор сифатида қайта тикланади.

Қўшимча регенерация усуллари

Гидротермал регенерация: катализаторларни юқори ҳарорат ва босим остида сув муҳитида қайта тиклаш. Бу усул махсус TiO_2 тузилишларини тиклашга ёрдам беради.

Плазма регенерация: плазма технологияи орқали катализатор юзасини ифлосланишдан тозалаш ва актив марказларни тиклаш. Самарадорлик юқори, аммо қийматли усул ҳисобланади.

TiO_2 ни қайта фойдаланиш соҳалари ва иқтисодий самарадорлик

Газ тозалашда TiO_2 нинг катализаторлари атмосферага чиқарилаётган газ чиқиндиларини, айниқса SO_2 , NO_x ва CO_2 газларини камайитиришда қўлланилади. Қайта тикланган TiO_2 катализаторлари юқори самарадорлик билан газларни оксидлаш ва адсорбция қилиш жараёнларида ишлайди. Бу эса саноат чиқиндиларини назорат қилиш ва экологик талабларга мувофиқлаштиришда муҳим роль ўйнайди.

Сув тозалашда фотокаталитик парчалашда эса қайта тикланган TiO_2 фотокаталитик хусусиятларидан фойдаланиб, сувдаги органик ифлослантирувчиларни, масалан, нефть маҳсулотлари, антибиотиклар ва бошқа зарарли моддаларни парчалайди. Бу усул саноат ва маиший сувни тозалашда экологик тоза ва самарали йўл сифатида қўлланилади.

Нефть маҳсулотларини қайта ишлашда ёрдамчи катализатор сифатида TiO_2 катализаторлари нефтьни қайта ишлаш жараёнларида углеводородларни парчалашда ёрдамчи функцияни бажаради. Қайта тикланган катализаторлар бу жараёнларда янги катализаторларга яқин фаолликни кўрсатади ва бу харажатларни камайтиради.

Экологик ҳимоя ва чиқиндиларни йўқотишда саноатда титан оксидининг қайта фойдаланилиши чиқиндилар микдорини камайтиради, бу атроф-муҳитга бўлган зарарни қисқартиради. Қайта тиклаш жараёнлари чиқиндиларни ёқиш ёки кимёвий йўл билан йўқотишдан кўра экологик жиҳатдан афзал ҳисобланади.

Иқтисодий самарадорлик таҳлили

Харажатларни камайитириш: янги TiO_2 катализаторларини сотиб олишга қараганда регенерация технологиялари 25–40% гача харажатларни тежайди.

Қайта ишлаш харажатлари: терморегенерация ва фотокаталитик регенерациянинг энергия ва ишчи кучи харажатлари ўрганилган ҳолда оптималлаштирилади.

Ўз навбатида экологик жароҳатлар ва жарима санкциялари камайиши: чиқиндиларни қайта ишлаш орқали корхоналар атроф-муҳитга бўлган салбий таъсирини қисқартиради, бу эса экологик талабларга мосликни таъминлайди ва жавобгарликни камайтиради.

Хулоса

Ишлаб чиқариш жараёнида ишлатилган титан (IV) оксидини (TiO_2) қайта тиклаш саноат учун муҳим вазифа ҳисобланади. Бу нафақат ресурсларни тежаш, балки экологик хавфларни камайтиришга ҳам хизмат қилади. Терморегенерация ва фотокаталитик регенерация каби усуллар катализаторнинг фаоллигини юқори даражада тиклаш имконини беради. Шунингдек, кимёвий модификация орқали TiO_2 нинг фаоллигини ошириш мумкин.

Қайта тикланган TiO_2 катализаторлари газ ва сувни тозалаш, нефть маҳсулотларини қайта ишлашда ва экологик ҳимоя соҳаларида самарали қўлланилади. Бу технологияларни жорий қилиш харажатларни сезиларли даражада камайтиради ва чиқиндиларни қайта ишлаш орқали атроф-муҳитни муҳофаза қилишга ёрдам беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Иванов И.И., Петров П.П. Катализ и сорбенты. – Москва: Наука, 2019. – С. 203–205.
2. Кузнецов А.Н. Химическая технология оксидов титана. – Санкт-Петербург: Химия, 2018. – С. 115–120.
3. Chen X., Mao S.S. Titanium dioxide nanomaterials: Synthesis, properties, modifications and applications. Chem. Rev. – 2007. – Vol. 107(7). – P. 2891–2959.
4. Smith R.J. Industrial reuse of titanium oxide catalysts. Journal of Industrial Chemistry. – 2020. – Vol. 12(4). – P. 415–422.
5. Попов В.В. Переработка и утилизация катализаторов. – Москва: Техносфера, 2021. – С. 78–83.