

Adabiyotlar

1. Wang Z., Xu M., Zhang Y. Review of quantum image processing, Arch. Comput. Methods Eng. 29 (2), 2022. –P. 737-761.
2. Salvador E. Vengas-Andraca Fei Yan and Kaoru Hirota. Toward implementing efficient image processing algorithms on quantum computers. 2021.
3. Ruan Y., Xue X., Shen Y. Quantum image processing: opportunities and challenges, Math. Probl. Eng. 2021. –P. 1-8.
4. Fangyan Dong Phuc Q. Le and Kaoru Hirota. A flexible representation of quantum images for polynomial preparation, image compression, and processing operations. 2010.
5. Sun Bo., Phuc Q.Le., Abdullah M., Ilyasu J., Adrian Garcia Fei Yan, Fangyan Dong, and Kaoru Hirota. Multi-channel representation for images on quantum computers using the RGB α color space. 2018.
6. Dey A., Bhattacharyya S., Dey S., Platos J., Snasel V. Automatic clustering of colour images using quantum inspired meta-heuristic algorithms, Appl. Intell. 53 (9), 2023. –P. 9823-9845.
7. Zhang Y., Lu K., Gao Y., Wang M. NEQR: a novel enhanced quantum representation of digital images, Q. Inf. Process. 12. 2013. –P. 2833-2860.

REZYUME. Maqolada FRQI va MCRQI kvant modellari asosida tasvirlarni kodlash usullari, ularning fazaviy ifodasi va vizual sifati tahlil qilingan. Qiskit muhitidagi simulyatsiya natijalari PSNR ko'rsatkichlari orqali baholanib, ko'p kanalli va monokanalli tasvirlar uchun modellar samaradorligi solishtirilgan.

РЕЗЮМЕ. В статье рассмотрены методы кодирования изображений на основе квантовых моделей FRQI и MCRQI, их фазовое представление и визуальное качество. Результаты симуляций в среде Qiskit оценены с помощью показателей PSNR, а эффективность моделей сравнивается для одно- и многоканальных изображений.

SUMMARY. This article analyzes image encoding methods based on the quantum models FRQI and MCRQI, including their phase representation and visual quality. Simulation results in the Qiskit environment are evaluated using PSNR metrics, and the models' performance is compared for both single-channel and multi-channel images.

UDK: 66.095.21

YENGIL BENZIN FRAKSIYASINI IZOMERIZATSİYALASH TEXNOLOGIYALARI TAHLILI VA VOLFRAM ASOSLI KATALIZATORLARNING SAMARADORLIGINI TADQIQ QILISH

M.J.Maxmudov – *texnika fanlari doktori (DSc), professor*

A.A.Saloydinov – *texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

A.M.Hasanov – *magistrant*

Buxoro davlat texnika universiteti

S.O.Svaykosov – *texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

A.I.Abdraximov – *magistrant*

P.B.Turdimuratov – *magistrant*

Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti

Tayanch so'zlar: volfram, katalizator, izomerizatsiya, parafinlar, benzin, ekologik, uglevodorod, reaktor, regeneratsiya, xlorlangan alyuminiy oksidi.

Ключевые слова: вольфрам, катализатор, изомеризация, парафины, бензин, экологический, углеводород, реактор, регенерация, хлорированный оксид алюминия.

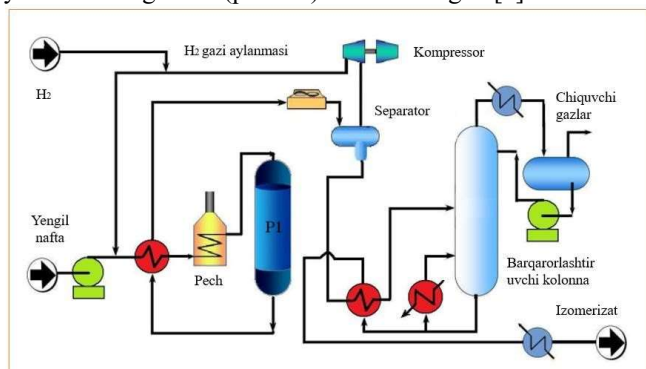
Key words: tungsten, catalyst, isomerization, paraffins, gasoline, environmental, hydrocarbon, reactor, regeneration, chlorinated aluminum oxide.

Kirish. Neftni qayta ishlash sanoatida yoqilg'ining oktan sonini oshirish muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. Izomerizatsiya jarayoni yengil parafinlarni izoparafinlarga aylantirib, benzin fraksiyalarining sifatini yaxshilash imkonini beradi. Bunda samarali katalizator tanlovi jarayonning asosiy bosqichlaridan biri hisoblanadi. Deyarli barcha davlatlar avtomobil benzinlarining sifatiga qo'yiladigan talablarni oshirib bormoqda. Bu esa ularning oktan sonini oshirish bilan birga, tarkibidagi oltingugurt birikmalari, aromatik va to'yinmagan uglevodorodlar miqdorini kamaytirish bilan bog'liq [1]. Ekologik talablarning doimiy ravishda kuchayib borishi motor yoqilg'ilarining uglevodorod tarkibini o'zgartirish zaruratini keltirib chiqarmoqda. Avvalo, aromatik qator uglevodorodlar ulushini kamaytirish orqali tovar benzini tarkibiga yuqori oktanli, ekologik xavfsiz izoalkan komponentlar – izomerizat va alkilat kiritilishi talab etilmoqda. Yevropa Ittifoqi me'yorlari va Bojxona ittifoqining texnik reglamentida belgilangan ekologik talablarni amalga oshirish neftni qayta ishlash jarayonlarining qayta tashkil etilishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan tovar benzinlarining

sifatiga javob beradigan tarkibiy bo'linmalarni shakllantirishga sabab bo'ldi. Volfram asosidagi katalizatorlar yuqori termik va kimyoviy barqarorligi, shuningdek, gidroizomerizatsiya va gidrokraking jarayonlaridagi samaradorligi tufayli keng qo'llaniladi. Ushbu maqolada volframli katalizatorlarning tarkibi, ishlash mexanizmi va texnologik jarayonlari tahlil qilinadi [2].

Izomerizatsiya qurilmasi texnologik oqimlar bilan o'zaro bog'langan bloklardan iborat texnologik tizim hisoblanadi. Xomashyoni tayyorlash bloki (odatda xomashyoni gidrotamizlash, gidrogenizatsiya bug'latish kolonnasida barqarorlashtirishdan iborat bo'ladi, shuningdek, molekulyar elaklarda adsorbsion tozalash jarayonini ham o'z ichiga olishi mumkin). Seolitli katalizatorlar boshqa turdagi katalizatorlarga nisbatan kamroq faollikka ega bo'lib, yuqoriroq haroratda ishlatiladi, buning natijasida izomerizat mahsulotining oktan soni past bo'ladi. Biroq, ular xomashyo tarkibidagi zaharlovchi aralashmalarga nisbatan yuqori bardoshlilikka va qurilma reaktorida to'liq regeneratsiyalash (qayta tiklash) xususiyatiga ega. Ushbu jarayonning texnologik sxemasida gaz-xomashyo

aralashmasini reaksiya haroratigacha qizdirish uchun yonuvchi isitgichlar (pechlar) ko'zda tutilgan [3].



1-rasm – Seolitli katalizatorlarda izomerizatsiya jarayoni sxemasi

Gidrogen va uglevodorod xomashyosi o'rtasida yuqori nisbat talab qilinadi (izomerizatsiya bilan birga gidrotamizlash va xomashyoni dearomatizatsiya qilish jarayonlarida ham vodorod sarflanadi), shuning uchun aylanuvchi vodorod saqlovchi gazni berish uchun kompressor, shuningdek, ushbu gazni ajratib olish uchun separator talab etiladi (1-rasm). Shuningdek, izomerizatsiya xomashyosini va yoki olingan izomerizatni aniq fraksiyalash uchun fraksiyalovchi kolonka bloki mavjud [3].

- Izomerizatsiya bloki (odatda reaktor bloki va aylanuvchi gazni quritish uzeli o'z ichiga oladi);

- Olingan izomerizatni barqarorlashtirish bloki.

Hozirgi kunga kelib sanoatda qo'llaniladigan izomerizatsiya jarayonining uch turi ishlab chiqilgan:

Yuqori haroratli izomerizatsiya 360–440°C da alyumoplatalinali ftorlangan katalizatorlar asosida olib boriladi;

O'rtacha haroratli izomerizatsiya 250–300°C da seolitli katalizatorlar asosida amalga oshiriladi;

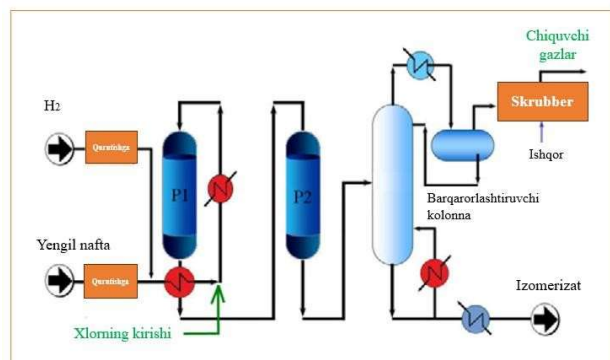
Past haroratli izomerizatsiya – xlor bilan faollashtirilgan alyuminiy oksidi (120–180°C) va sulfatlangan metall oksidlari (180–210°C) asosida olib boriladi.

Xlorlangan alyuminiy oksidi asosidagi katalizatorlar eng faol bo'lib, izomerizatning eng yuqori rentabelligini va oktan soniga erishishni ta'minlaydi. Shuni ta'kidlash joizki, izomerizatsiya jarayonida katalizatorlar xlori yo'qotadi, natijada faollik kamayadi. Shuning uchun yuqori katalizator faolligini saqlash uchun xom ashyoga xlor saqlagan birikmalarni (odatda CCl_4) kiritish ko'zda tutilgan va buning natijasida organik xloriddan maxsus skrubberlarda ishqoriy yuvish zarur. Muhim kamchilik shundaki, bu turdagi katalizator katalitik zaharlovchilarga (ya'ni, kislorod saqlovchi birikmalar, shu jumladan suv va azot) juda sezgir bo'lib, xomashyoni majburiy gidrotomalash va quritishni talab qiladi[4].

So'nggi yillarda sulfatlangan metall oksidi bo'lgan katalizatorlarga qiziqish ortdi, chunki ular o'rta va past haroratli katalizatorlarning asosiy afzalliklarini birlashtiradi: ular faol va katalitik zaharlarning ta'siriga chidamli va qayta tiklanish qobiliyatiga ega. Yagona kamchilik, seolitli katalizatorlarida bo'lgani kabi, aylanma vodorod saqlagan gazni yetkazib berish uchun kompressor-ga bo'lgan ehtiyojdir (3-rasm). Bundan tashqari, regeneratsiya jarayonida muammolar paydo bo'ladi (2-rasm). Jarayon xomashyoni chuqur tozalash va namlikdan tozalashni talab qiladi, chunki xlorlangan alyuminiy oksidi asosidagi katalizatorlar kislorodli aralashmalar (shu jumladan suv bug'lari) va azotli birikmalarga yuqori darajada sezgir

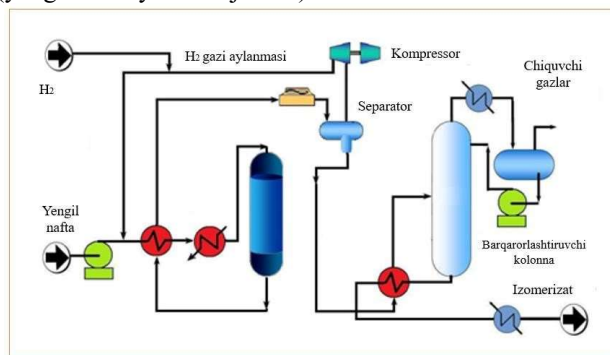
hisoblanadi. Quyida ushbu texnologik jarayonning asosiy bloklari va bosqichlari bayon etiladi:

Jarayonda katalizator faoliyatini uzoq vaqt davomida saqlab qolish uchun xomashyoni chuqur gidrotomalash va quritish zarur hisoblanadi. Reaksiya uchun optimal harorat: 120–180 °C, bosimi: odatda 15–30 atm, vodorod/xomashyo nisbati: 1–2:1 mol/mol nisbatda jarayonga kiritiladi. Sulfatlangan sirkoniy oksidi asosidagi katalizatorlar past haroratli izomerizatsiya jarayonlarida qo'llaniladi va yuqori oktanli izomerizat olish imkonini beradi. Biroq, bu katalizatorlar ham kislorodli birikmalar (ayniqsa suv) ta'siriga juda sezgir bo'lganligi sababli, jarayon qat'iy xomashyoni tayyorlash bosqichidan boshlanadi.



2-rasm – Xlorli katalizatorlarda izomerizatsiya jarayoni sxemasi

Xomashyoni tayyorlash bloki: Xomashyoni oldindan gidrotamizlash qurilmasida oltingugurt va azotli birikmalardan tozalash, adsorbentli quritish bloki (xomashyoni suvdan tozalash maqsadida molekulyar elaklar yoki aktiv alyuminiy oksidi ishlatiladi), stabilizatsiya kolonnasi (yengil fraksiyalarni ajratish).



3-rasm – Sulfatlangan sirkoniy oksidi tarkibiga ega katalizatorlarda izomerizatsiya jarayoni sxemasi

Istish bloki: Vodorod bilan aralashtirilgan xomashyo gaz-suyuq aralashmasi issiqlik almashtirgichda oldindan qizdiriladi, keyinchalik pech yordamida kerakli reaksiya haroratigacha (180–210 °C) yetkaziladi. **Reaktor bloki:** Sulfatlangan sirkoniy oksidi asosida ishlab chiqilgan katalizator bilan to'ldirilgan reaktorda izomerizatsiya reaksiyasi amalga oshadi, jarayonda normal parafinlar yuqori oktanli izoparafinlarga aylantiriladi, reaksiya odatda 15–25 atm bosimda olib boriladi. **Ajratish va gazlarni qayta aylan-tirish:** Reaksiyadan chiqqan mahsulot sovutilib, separator yordamida gaz va suyuq fraksiyalar ajratiladi, vodorod saqlovchi gaz ajratilib, kompressor orqali siklga qayta yuboriladi. **Izomerizatni barqarorlashtirish bloki:** Barqarorlashtiruvchi kolonna yordamida engil komponentlar ajratiladi, yakuniy mahsulot sifatida yuqori oktanli izomerizat olinadi. **Texnologik parametrlar:** harorat: 180–210 °C,

bosim: 15–25 atm, vodorod/xomashyo nisbati: 2:1 mol/mol. Katalizator: sulfatlanğan ZrO_2 (sirkoniy oksidi), ba'zan Pt yoki boshqa metal komponentlar bilan qoplangan. Katalizatorning faoliyat muddati va samaradorligi xomashyoni chuqur tozalash va quritish darajasiga bevosita bog'liqdir.

Volframli katalizatorlarning xususiyatlari: Volfram (W) kimyoviy element sifatida yuqori mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va katalitik faollik kabi xususiyatlarga ega. Katalizator sifatida ishlatiladigan asosiy volfram birikmalari quyidagilar: **Volfram oksidi (WO_3)** – kislorodli muhida faol katalizator hisoblanadi;

Volfram sulfid (WS_2) – gidrogenlash va gidrokrekning jarayonlarida ishlatiladi;

Pt-W-zeolit va WO_3/Al_2O_3 – izomerizatsiya uchun eng samarali katalizatorlardan biri.

Bu katalizatorlar yuqori harorat va bosim ostida neft mahsulotlarining qayta ishlanishini tezlashtiradi hamda zararli chiqindilarni kamaytirishga yordam beradi.

1-jadval. Volframli katalizatorlar asosida izomerizatsiya samaradorligi jadvali

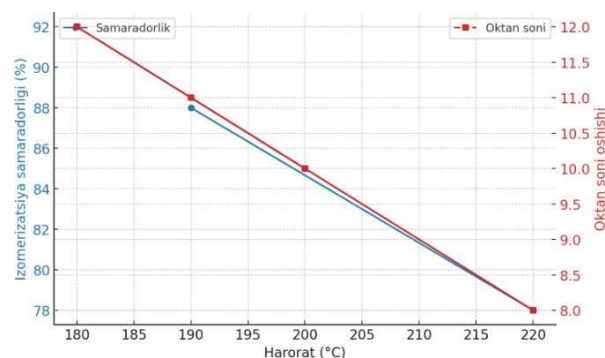
Katalizator	Harorat (°C)	Bosim (atm)	Izomerizatsiya samaradorligi (%)	Oktan soni oshishi
WO_3/Al_2O_3	200	20	85	+10
Pt-W/Seolit	180	15	92	+12
WS_2	220	25	78	+8
WO_3/MoO_3	190	18	88	+11

Volframli katalizatorlar asosida izomerizatsiya samaradorligida Pt-W/Zeolit katalizatori eng yuqori samaradorlikka ega (92%), oktan sonini +12 birlikka oshiradi. WO_3/Al_2O_3 ham yaxshi natija ko'rsatadi (85% samaradorlik, +10 oktan soni). WS_2 katalizatori eng past samaradorlikka ega, ammo yuqori haroratga chidamli. WO_3/MoO_3 muqobil variant bo'lib, balanslangan harorat-bosim sharoitida yaxshi natijalar beradi.

Kimyoviy reaksiya diagrammasida volframli katalizatorlardan foydalangan holda izomerizatsiya jarayonining samaradorligi va oktan soni oshishi bo'yicha haroratga bog'liq o'zgarishini ko'rsatadi. Grafikda ikkita y-axis mavjud: Chap tomondagi ko'k o'q – izomerizatsiya samaradorligi (% da). O'ng tomondagi qizil o'q – oktan sonining oshishi (birlikda). X-axial (gorizontal o'q) haroratni °C da ifodalaydi. Grafikdagi ma'lumotlar Samaradorlik bo'yicha (ko'k chiziq) Bu chiziq katalizatorlarning haroratga bog'liq holda necha foiz izomerizatsiya samaradorligiga ega ekanini ko'rsatadi: WO_3/Al_2O_3 (200°C) 85% samaradorlik Pt-W/Seolit (180°C) 92% samaradorlik (eng yuqori) WS_2 (220°C) 78% samaradorlik (eng past) WO_3/MoO_3 (190°C) 88% samaradorlikka ega. Bu shuni anglatadiki, Pt-W/Seolit katalizatori eng yaxshi natijani beradi, chunki u eng past haroratda ham yuqori samaradorlikka ega. WS_2 esa harorat oshgan sari samaradorligini yo'qotadi.

Adabiyotlar

- Ахметов С.А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие / С.А.Клименко. – СПб.: Недра, 2007. – С. 312.
- Федоров Г.И., Измайлов Р.И., Емекеев А.А., Бурганов Б.Т., Харлампиди Х.Э. Активация отработанных алюмоплатиновых катализаторов изомеризации низших парафинов. / Федоров Г.И., Измайлов Р.И., Емекеев А.А., Бурганов Б.Т., Харлампиди Х.Э. // Вестник КТУ. 2009. №6. – С. 215-220.
- Ясакова Е.А. Тенденции развития процесса изомеризации в России и за рубежом. Е.А.Ясакова, А.В.Ситдикова, А.Ф.Ахметов. // Нефтегазовое дело. 2010. № 1. – С. 153-161.



4 – rasm – Volfram asosli katalizatorlar bo'yicha ikki xil diagramma: Volfram asosli katalizatorlarning harorat va bosimni tasiri o'rganilganda ko'k chiziq – Harorat va izomerizatsiya samaradorligi o'rtasidagi bog'liqlik.

Pt-W/Seolit eng yuqori samaradorlikka ega (92%), WS_2 esa eng past samaradorlikka ega (78%). Qizil chiziq – Oktan sonining oshishi, oktan soni sezilarli darajada oshgani Pt-W/Seolit katalizatori bilan (+12) ko'rishimiz mumkin, WS_2 esa faqat +8 punktga oshirganini ko'rishimiz mumkin.

Oktan sonining oshishi (qizil chiziq). Bu chiziq katalizatorlarning benzin mahsulotining oktan sonini qanchaga oshirishi bo'yicha taqqoslanadi: WO_3/Al_2O_3 (200°C) +10 oktan soni, Pt-W/Seolit (180°C) +12 oktan soni (eng yuqori), WS_2 (220°C) +8 oktan soni (eng past), WO_3/MoO_3 (190°C) +11 oktan soniga ega natijalar olindi. Bu degani, Pt-W/Seolit katalizatori eng ko'p oktan sonini oshiradi, ya'ni eng sifatli benzin beradi [5].

Xulosa. Optimal katalizator Pt-W/Seolit (Eng yuqori samaradorlik + Oktan soni oshishi), WO_3/MoO_3 ham yaxshi natijalar ko'rsatadi, chunki u nisbatan past haroratda ishlaydi va samaradorligi ham yuqori. WS_2 samaradorligi past, chunki u yuqori harorat talab qiladi va oktan sonini kam oshiradi. Harorat oshishi bilan samaradorlik pasayishi mumkin, chunki ba'zi katalizatorlar optimal diapazondan chiqib ketadi. Volframli katalizatorlarning izomerizatsiya jarayonida qo'llanilishining asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: Yaxshi izomerizatsiya samaradorligi Pt-W/Seolit (92%) va WO_3/MoO_3 (88%) kabi katalizatorlar yuqori samaradorlikka ega. Ushbu katalizatorlar normal parafinlarni izoparafinlarga aylantirishda juda samarali. Oktan sonini sezilarli darajada oshiradi Pt-W/Seolit +12 birlikka, WO_3/MoO_3 esa +11 birlikka oshiradi. Natijada yuqori sifatli benzin olinadi, bu esa avtomobil dvigatellari-ni samaradorligini oshiradi va chiqindi gazlarni kamaytiradi. Nisbatan past haroratda ishlaydi Pt-W/Seolit (180°C) va WO_3/MoO_3 (190°C) kabi katalizatorlar past haroratda ishlaydi, bu esa energiya sarfini kamaytiradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. WS_2 esa yuqori harorat talab qiladi (220°C), bu esa ortiqcha energiya sarfini keltirib chiqaradi. Volframli katalizatorlar ayniqsa Pt-W/Seolit va WO_3/MoO_3 yuqori oktanli benzin olish uchun optimal tanlov hisoblanadi. Ular samarador, energiya tejamkor, ekologik toza va uzoq muddatli ishlash xususiyatiga ega.

4. Зиннуров Р.Р., Зиннуров Д.Р., Ахмедьянова Р.А., Лиакумович А.Г. Скелетная изомеризация н-пентана и н-гексана при комнатной температуре в присутствии ката- литических систем на основе галогенидов алюминия, обладающих суперкислотными свойствами. Зиннуров Р.Р., Зиннуров Д.Р., Ахмедьянова Р.А., Лиакумович А.Г. // Вестник КТУ. 2011. №8. -С.51-59.

5. Saloydinov A. Kislorodli birikmalar asosida olingan antidetonatsion kompozitsiyalarning AI-80 avtomobil benzinini detonatsion barqarorligiga ta'sirini tadqiq qilish. Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot. 2024. 2(3).

REZYUME. Maqolada yengil benzin fraksiyasini izomerizatsiyalash texnologiyalar tahlili va volfram asosli katalizatorlarning samaradorligi tadqiq qilish natijalari keltirilgan bo'lib, izomerizatsiya jarayonlarini samaradorligini oshirishda katalizatorlarning ahamiyatiga alohida e'tibor qaratilgan. Ushbu maqoladagi keltirilgan tadqiqot natijalari va tahlillari mahalliy past oktanli benzin fraksiyalaridan yuqori oktanli tovar benzin komponentlari olishning yangi istiqbolli yo'nalishlarini shakllanishida asos bo'lib xizmat qiladi.

РЕЗЮМЕ. В статье представлен анализ технологии изомеризации легкой бензиновой фракции и эффективность катализаторов на основе вольфрама представлены результаты исследований с особым акцентом на важность катализаторов в повышении эффективности процессов изомеризации. Результаты исследований и анализ, представленные в данной статье, послужат основой для формирования новых перспективных направлений получения высокооктановых товарных бензиновых компонентов из отечественных низкооктановых бензиновых фракций.

SUMMARY. The article presents analysis the technology of isomerization of the light gasoline fraction and the effectiveness of tungsten-based catalysts, presents research results with a special focus on the importance of catalysts in improving the efficiency of isomerization processes. The research results and analysis presented in this article will serve as the basis for the formation of new promising areas for the production of high-octane commercial gasoline components from domestic low-octane gasoline fractions.

KVANT TASVIRLARNI GIBRID ALGORITMLAR YORDAMIDA ISHLASH

D.T.Muhamediyeva – *texnika fanlari doktori, professor*

G.E.Ametova – *tayanch doktorant*

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti

Tayanch so'zlar: gibril kvant algoritmi, Gabor filtri, tasvir filtrlash, kvant hisoblash, kvant tasvir.

Ключевые слова: гибридный квантовый алгоритм, фильтр Габора, фильтрация изображений, квантовые вычисления, квантовое изображение.

Key words: hybrid quantum algorithm, Gabor filter, image filtering, quantum computing, quantum image.

Kirish. Kvant kompyuterlar klassik kompyuterlardan farqli ravishda kvant mexanikasi tamoyillariga asoslangan holda ishlaydi [1]. Qubitlar holatlarning superpozitsiyasi va kvant holatlarning o'zaro aralashuvi orqali murakkab hisob-kitoblarni klassik usullarga nisbatan ancha tez bajarishi mumkin [2]. Kvant kompyuterlari ayniqsa katta miqdordagi parallel hisoblashni talab qiladigan masalalarda juda foydali. Ayni paytda to'liq kvant kompyuterlar hali keng foydalanilmaydi va kvant qurilmalar mavjud bo'lsa ham, ularning quvvatlari cheklangan NISQ davri deb yuritiladi [3, 4]. Gibril kvant algoritmlar klassik va kvant hisoblashni birlashtirib, kuchli hisoblash quvvatini samarali ishlatishga imkon beradi. Bu yondashuv katta hajmdagi tasvir ma'lumotlarini samarali ishlash, chuqur o'rganish va tasvirni klassifikatsiya qilishda, kvant yondashuvdan foydalanish, tabiiy parallelizatsiyani amalga oshirish, klassik usullar bilan yechish qiyin bo'lgan yoki vaqt talab qiladigan masalalarni tezroq hal etish afzalliklarni beradi [5]. Ushbu maqolada gibril kvant algoritmlarni tasvirni ishlash sohasida qo'llash yondashuvi ishlab chiqiladi. Buning uchun Gabor filtri yordamida tasvirni klassik filtrlash amalga oshiriladi va kvant algoritmi yordamida tasvirdan muhim xususiyatlar ajratib olinadi [6].

Kvant tasvirlarni ifodalash. Kvant kompyuterlarida tasvirlar an'anaviy piksellar bilan emas, kvant bitlari (qubitlar) orqali ifodalaymiz. Masalan, 2×2 o'lchamli kulrang tasvir quyidagicha kvant holatga o'tkazishimiz mumkin. Agar tasvir o'lchami $2^n \times 2^n$ bo'lsa, unda ifodalash $2n$ qubit talab qilinadi. Har bir piksel yorliqligi esa amplituda orqali belgilanadi:

$$|\Psi\rangle = \sum_{i=0}^{2^n-1} \alpha_i |i\rangle,$$

bu yerda α_i - normalizatsiyalangan yorqinli qiymatini bildiradi.

Tasvirni kvant holatiga o'tkazish deganimiz, bu klassik tasvir ma'lumotlarini kvant bitlar orqali ifodalash jarayonini bildiradi. Buning uchun turli kvant tasvir modellari-dan foydalanilansak bo'ladi. Eng mashhurlaridan biri – FRQI modeli bo'lib hisoblanadi. Kvant tasvirni ifodalash ko'pincha FRQI yoki NEQR modellari ishlatiladi. FRQI modelda tasvir quyidagicha kvant holatga kodlaymiz

$$|I\rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{i=0}^{2^n-1} (\cos(\theta_i)|0\rangle + \sin(\theta_i)|1\rangle) \otimes |i\rangle.$$

NEQR usulini FRQI bilan taqqoslaganda ancha aniq va raqamli yondashuv hisoblanadi. $2^n \times 2^n$ o'lchamli tasvir bor bo'lsa (masalan, $4 \times 4 \rightarrow 16$ piksel bo'lib), har bir piksel 8 bitli (0–255) kulrang qiymatga ega bo'ladi. NEQR tasvirni quyidagicha ifodalaydi:

$$|I\rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{i=0}^{2^n-1} |f_i\rangle \otimes |i\rangle$$

Kvant o'lchov usulida tasvirni tahlil qilishda aniqlik va shovqinlarni kamaytirish borasida klassik usulga nisbatan yuqori natijalar ko'rsatildi. Lekin kvant o'lchovlarni amalga oshirish texnik jihatdan murakkabroq va hisoblashingiz uchun ko'proq vaqt talab etadi.

Gabor filtri va kvant algorm. Tasvirni qayta ishlashda Gabor filtrlari - bu fazoda va chastotada lokalizatsiyalangan sinusoida to'lqinlardan tashkil topgan filtrlash bo'lib, chetlarni aniqlash, orientatsiya va teksturani aniqlashda qo'llaniladi. Gabor filtri tasvirdagi chiziqli, yonalish va tuzilma kabi xususiyatini ajratish uchun qo'llaniladi. U quyidagi formulada ifodalanaadi:

$$g(x, y) = \exp\left(-\frac{x'^2 + y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \phi\right)$$

bu yerda: $x' = x \cos \theta + y \sin \theta$, $y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$, λ – to'lqin uzunligini, θ – orientatsiya burchagini, ψ – faza