

Adabiyotlar

1. Сергерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – Москва: «Мир», 1979. – С.392.
2. Немировский Ю.В., Мозгова А.С. Теплопроводность многослойных сферических конструкций. Современные вопросы механики сплошных сред. 2021. сб. ст. по материалам III Международной конференции (23–24 ноября 2021 г., г. Чебоксары). - Чебоксары: ИД «Среда», 2021. –С. 196.
3. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. –Москва: «Едиториал УРСС», 2003. –С. 784.
4. Сагдеева Ю.А., Копысов С.П., Новиков А.К. Введение в метод конечных элементов. Методическое пособие. – Ижевск: «Удмуртский университет», 2011.
5. Волков Е.А., Численные методы: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. -М.: «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. –С.248.
6. Lulut Alfaris, Ruben Cornelius Siagian, Aldi Cahya Muhammad, Ukta Indra Nyuswantoro, and Budiman Nasution. Heat Conduction in Cylindrical Coordinates with Time-Varying Conduction Coefficients: A Practical Engineering Approach. Journal of Mechanical Engineering Science and Technology Vol.7, № 2, November 2023, -P. 5-26.
7. Polatov A., Ikramov A., Sapayev Sh., Odilov J. Study of the Effect of Geometrical Features on the Temperature Field of a Cylindrical Structure. International Scientific Conference on Modern Problems of Applied Science and Engineering (MPASE2024). AIP Conference Proceedings 3244,020017 (2024); <https://doi.org/10.1063/5.0241776> Published by AIP Publishing.

REZYUME. Maqolada chekli elementlar usuliga asoslanib, bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan osesimmetrik jismlarda issiqlik tarqalishining nostatsionar masalalarini yechishning sonli modeli ishlab chiqilgan, masalani yechish algoritmi va dasturiy ta'minoti yaratilgan.

РЕЗЮМЕ. В статье на основе метода конечных элементов разработана численная модель решения нестационарных задач распределения тепла в однородных и неоднородных осесимметричных телах, созданы алгоритм и программное обеспечение для решения задачи.

SUMMARY. The article develops a numerical model for solving non-stationary problems of heat dissipation in homogeneous and non-homogeneous axisymmetric bodies based on the finite element method, and creates an algorithm and software for solving the problem.

UDK: 66.095.21

GIDROIZOMERIZACIYA PROCESI – ZAMANAGÓY, EKOLOGIYALÍQ TAZA BENZIN FRAKCIYALAR ALÍWDÍŇ TIYKARGÍ USÍLÍ SÍPATÍŇDA

S.O.Svaykosov – *texnika ilimleri boyınsha filosofiya doktori, docent*

P.Turdimuratov – *magistrant*

Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti

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

Buxara injenerlik-texnologiya instituti

Tayanch so'zlar: yoqilg'ı, benzin, aromatik uglevodorodlar, benzol, gidroizomerizatsiya.

Ключевые слова: топливо, бензин, ароматические углеводороды, бензол, гидроизомеризация.

Key words: fuel, gasoline, aromatic hydrocarbons, benzene, hydroisomerization.

Kirisiw. Avtomobil benzinlerinde benzoldı azaytıw usılları. Zamanagóy neftti qayta islew sanaatın rawajlandırıwdıń tiykargı baǵdarı motor janılǵılarınıń ekologiyalıq qáwipsizligin asırıw bolıp tabıladı. Avtomobil benzinleri ushın zamanagóy ekologiyalıq standartlar talaplarında aromatikalıq uglevodorodlardıń maksimal muǵdarı 35 %, sonıń ishinde, benzol bolsa 1 % dárejesinde bolıwı qatań belgilep qoyılǵan. Mısalı: Rossiyada kommerciyalıq benzinleri quramına 50% ka shekem, AQShta bolsa 30% ke shekem katalitikalıq riforming benzini komponentleri qosıladı. Olardıń oktan sanları bolsa aromatikalıq uglevodorodlardıń joqarı muǵdarı menen támiyinlenedi. Riforming processı benzinlerinen aromatikalıq uglevodorodlardı kemeytiwdiń zamanagóy hám perspektivalı usıllarınıń kópshiligi, birinshi nábette, benzoldı eń záharli komponent retinde ajratıp alıwǵa qaratılǵan. Ulıwma alǵanda eki bir-birinen túpten parq etiwshi baǵdar házir de qollanılp atır.

Birinshi baǵdarda, katalitikalıq riforming shiyki ónimin dáslepki frakciyalawǵa tiykarlangan (62-180°C qaynaw shegarası bolǵan, tuwrıdan-tuwrı aydap alıńan frakciya, quramında benzol prekursorları bolǵan hám C₆ uglevodorodların saqlaǵan). Shiyki ónimdi dáslepki frakciyalawǵa tiykarlangan texnologiyalardı ámelge asırıw júdá durıs, biraq olar bir neshe kemshilikler sebepli sanaatta keńnen qollanılmaydı, sebebi:

- birinshiden, olardan paydalanǵanda jeńil yaǵnıy joqarı oktanlı komponentler islep shıǵarıw kólemi sezilerli dárejede azayadı, bul bolsa tovar benzinlerdiń sapasına unamsız tásir etedi.

- ekinshiden, riforming ónimlerindegi benzol muǵdarı keń frakciyanı (62-180 °C tuwrıdan-tuwrı aydap alıńan frakciya) qayta islew variantlarına salıstırǵanda 60-70% dan aspaydı.

- úshinshiden, tómen oktanlı arnawlı shiyki ónim frakciyasınan paydalanıw mashqalası ámeldegi jáne onı sap formada birlestiriwge baǵdarlaw múmkin emes [1].

Katalitikalıq riforming benzininen alınğan benzol saqlağan frakciyanı katalitikalıq qayta islewge tiykarlangan ekinshi baǵdar jáne de perspektivalı esaplanadı. Benzol saqlağan frakciyalardı bunday qayta islew variantları retinde benzoldı olefinler menen alkillew, benzoldı ciklogeksańǵa gidrogenlew, sonıń menen birge benzol saqlağan frakciyalardı gidroizomerizaciyalaw mısál bola aladı.

Benzoldı jeńil olefinler menen alkillew benzinnıń oktan sanın túsirmesten riformatlardaǵı benzol muǵdarın kemeytiwdiń nátiyjeli usılı bolıp esaplanadı. Bul procestiń tiykarǵı abzallıqlarına, neftti qayta islew zavodlarında jeńil olefinlerdiń artıqsha muǵdarın benzin islep shıǵarıw ushın shiyki ónim bazasına tartıw, sonıń menen birge process ushın vodorodqa mıtajlıq joq ekenligi kiredi. Ilimiy ádebiyatlarda benzoldıń alkilaciyası, birinshi nábette individual uglevodorodlardı islep shıǵarıw usılı retinde qaraladı, bunda katalizatorlar retinde tiykarlanıp hár qıylı túrdegi ceolitlarǵa tiykarlangan sistemalı katalizatorlar qollanıladı (ZSM-5, ZSM-11, ZSM-12, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-35, ZSM-38, MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, Y, BETA hám basqalar).

Ceolit saqlağan katalizatorlar katalitikalıq riforming benzinlerindegi benzoldı alkilaw ushın bir qatar sanaat texnologiyalarında qollanıladı. Olardan eń ataqlısı Benz Out (Exxon Mobil) procesi bolıp, ol jaǵdayda birinshi basqishta benzol MCM-22 ceolitinde propilen menen, ekinshi basqishta bolsa ZSM-5 ceolitinde etilen menen alkilledi. SAPRNeftexim tárepinen usınıs etilgen proceste katalitikalıq kreking gazları alkillestiriwshi qural retinde qollanıladı. Bunda katalizatordıń tiykarı TSVM (ZSM-5) ceoliti bolıp tabıladı. Ceolit saqlağan katalizatorlarda alkillewiw procesi reakciyalıq-rectifikaciyalıq apparatlarında da ámelge asırıladı.

Benzoldı olefinler menen alkillew procesinde qollanılatuǵın katalizatorlardıń taǵı bir túri “qattı fosfor kislotası”na tiykarlangan sisteması bolıp esaplanadı. Bul túrdegi eń ataqlı texnologiya 1990-jıldan beri islep kiyatırǵan UOP Alkymax procesi bolıp tabıladı. Sasol tárepinen islep shıǵılǵan taǵı bir soǵan uqsas processte benzol saqlağan frakciyanı qayta islew C₃-C₄ alkenlerin oligomerizaciya qılıw processi menen birlestiriwdi usınıs etedi.

Benzindi riforming qılıwda olefinlerdi shiyki ónim retinde paydalanbastan benzollardı alkillew usılları úlken áhmiyetke iye bolıp tabıladı. Ayırım jumislarda alkillewshi elementler retinde shiyki ónimde ámelde bar bolǵan alkanlardan paydalanıw usınıs etilgen. Benzoldı kemeytiwdiń soǵan uqsas usılı, sonday-aq, benzoldı aromatikalıq uglevodorodlar C₉₊ benen reformat frakciyaları quramında transalkilaciyalaw bolıp tabıladı. Sonı da atap ótiw kerek, benzolsızlandırıwdıń salıstırmalı joqarı natıyjeliligine qaramastan, alkillew benzin frakciyalarındaǵı aromatikalıq uglevodorodlardıń ulıwma muǵdarın kemeytiwge mümkinshilik bermeydi, bul onıń sanaatta ámelde keń qollanıwına tiykarǵı tosıq boladı [2].

Benzoldı ciklogeksańǵa gidrogenlew benzolsızlandırıwdıń salıstırmalı arzan hám isenimli usılı bolıp

esaplanadı. Dúnyanıń jetekshi licenziantları tayar hám uzaq waqıt sınaqtan ótken gidrogenlew texnologiyaların usınadı, mısalı, BenSat (UOP) platina saqlağan katalizatorlardan paydalanatuǵın yamasa Ni/Al₂O₃ katalizatorlarında katalitikalıq distillew rejiminde ámelge asırılatuǵın BenFree (Axens) processleri hám CDHydro (CD Tech.). Benzol saqlağan frakciyalarda benzoldı gidrogenlew texnologiyaların jetilistiriwdiń tiykarǵı baǵdarlarınan biri rectifikaciyalıq-reakciyalıq apparatlardıń jumıs rejimlerin optimallasırıwdan ibarat, sonıń menen birge quramalı quramdaǵı katalizatorlardan paydalanıw, mısalı, NiO-SiO₂-ZrO₂-Al₂O₃ yamasa ceolit tiykarındaǵı sistemalar X, Y, BETA, ZSM-5. Eń aqırǵısı konversiyalangan aromatikalıq uglevodorodlar qatnasında benzoldı selektiv gidrogenlew ushın qollanılwı múmkin. Benzoldı ciklogeksańǵa gidrogenlew tiykarında alıp barılatuǵın benzolsızlandırıw texnologiyalarınń barlıq ulıwma kemshiligi bul ónimniń oktan sanınıń sezilerli dárejede azayıwı bolıp esaplanadı.

Oktan sanı tómenlewiniń ornın toltırıw, benzoldı gidrogenlew hám payda bolǵan ciklogeksandı metilciklopentańǵa izomerizaciya qılıw processlerin birlestiriw arqalı ámelge asırılıwı múmkin, olardıń oktan sanları izertlew usılı (IU) boyınsha 81 hám 93 ti quraydı. Gidroizomerizaciya ónimleriniń oktan sanınıń qosımsha ósiwi shiyki ónimde ámelde bar bolǵan tuwra shinjirli alkanlardıń izomerizaciyası menen támiyinlenedi. Bunday jaǵdayda, qayta islewdiń eki variantın, yaǵnıy túrli reaktorlarda gidrogenlew hám izomerizaciya processlerin isenimli ámelge asırıw yamasa olardı bir qurılımda birlestiriw múmkin. Birinshi jaǵdayda, dástúriy gidrogenaciya hám izomerizaciya katalizatorları qollanıladı, ekinshisinde bolsa, texnologiyalıq tárepten process jáne de jetik, biraq ayırıqsha katalizatorlardan paydalanıwdı talap etedi [3].

TIYKARGÍ BÓLIM. Benzol saqlağan frakciyalardı gidroizomerizaciya qılıw processleri. *Eki basqishlı gidrogenlew-izomerizaciya processleri.* Búgingi kúnde gidroizomerizaciya processleriniń eń keń tarqalǵan túrleri, bul ónimin gidrogenlew hám izomerizaciya qılıw menen benzol saqlağan frakciyalardı gidrogenlewdiń izbe-iz basqishları bolıp tabıladı. Bir qatar shet el kompaniyaları gidrogenaciya hám de izomerizaciya processlerin túrli katalizatorlarda, túrli reaktorlarda yamasa bir blokta ámelge asırılatuǵın texnologiyalardı engiziwdi usınıp atır [4].

UOP kompaniyası 1991-jılı Penex-Plus sanaat texnologiyasın usınıs etti, ol benzol muǵdarı joqarı bolǵan shiyki zattan joqarı oktanlı ekologiyalıq taza motor janılǵı komponentlerin alıw ushın arnalǵan. Bul texnologiya tiykarında 4 sanaat apparatı paydalanıwǵa tapsırıldı, olardan birinshisi 1995-jılı jumıs basladı. Penex-Plus texnologiyası Bensats hám Penex processlerin birlestiredi (xlórlı alyuminoplatinalı katalizatorlarda C₅-C₇ alkanların izomerizaciyalaw). Process benzindegi benzol muǵdarın 0,1 % ǵa shekem azayıwdı hám usınıń menen bir qatarda, ónimniń oktan sanınıń da asıwın támiyinleydi.

Franciya neft institutı (IFP) tárepinen patentlengen soǵan uqsas processte jeńil, tuwrıdan-tuwrı aydap

alıńǵan benzin frakciyası ónimin gidrogenlew hám izomerizaciya qılıw ádettegi Pt/Cl-/Al₂O₃ yamasa Pt/mordenit katalizatorlarında ámelge asırılıwı usınıs etiledi. Ózleriniń versiyası, tasıwshısı η-Al₂O₃ hám γ-Al₂O₃ fazaları aralaspasınan ibarat xlorlı alyuminiy tiykarındaǵı katalizatordı da usınıs etedi. Catalytic Distillation Technologies kompaniyasınıń usılına kóre (benzinnen benzoldı joq etiwge baǵdarlanǵan) katalitikalıq riforming benzini eki qatlamlı gidrogenlew hám izomerizaciya katalizatorların óz ishine alǵan reakciya -rekifikaciya apparatında qayta islenedi [5].

Samara texnika universitetiniń rossiyalıq islep shıǵıwshıları tárepinen bolsa, bir eki qabatlı reaktorda ámelge asırılatuǵın eki basqıshlı processtıń bir variantı usınıs etilgen. Processtıń birinshi basqıshında benzol saqlaǵan benzindi riforming qılıw kerek bolǵan frakciyası hám tuwrıdan-tuwrı qaynap baslaw temperaturası 70 °C bolǵan frakciyasınıń aralaspası gidrogenlenedi, oǵan reakciyaǵa kirispegen uglevodorodlardıń aylanba aǵısı da qosıladı. Izomerizaciya zonasındaǵı temperaturanı tártipke salıw, gidrogenaciyaǵa baǵdarlanǵan shiyki ónim quramın ózgeriw, atap aytqanda, aylanba aǵıs óniminiń muǵdarın ózgeriw arqalı ámelge asırıladi. Processte BETA ceoliti tiykarındaǵı izome-

rizaciya katalizatorınan paydalanıwdı usınıs etedi. Birlesken izomerizaciya-gidrogenaciya procesiniń taǵı bir túri Amerika firması (Amoco) tárepinen usınıs etilgen. Bul texnologiyaǵa tiykar, birinshi basqıshda jeńil tuwrıdan-tuwrı aydap alıńǵan benzin ceolit saqlaǵan katalizatorlarda (mordenit, Y, BETA) izomerizaciya etiledi. Ekinshi basqıshda bolsa, izomerizaciya ónimi benzol saqlaǵan shiyki ónim menen birge gidrlenedi [6].

Juwmmaq. Dástúriy katalitikalıq riforming texnologiyalarınan paydalanıp avtomobil benzinleriniń zamanagóy talaplarda kórsetilgen ekologiyalıq qawipsizligin támiyinlew júdá qıyın másele bolıp tabıladı. Benzol saqlaǵan frakciyanı ajratıp onı nábıwettegi alternativ katalizatorǵa iye gidroizomerizaciya processine beriw, ámelde benzoldı katalitikalıq riforming benziniń pútkilley joq etiw, usınıń menen bir qatarda, ónim rentabelligin saqlap (shiyki ónimge salıstırǵanda tayar ónimniń) hám de olardıń antidetonaciyalıq turaqlılıǵı kórsetkishin tómenletpey ónim alıw imkaniyatın beredi. Solay etip, jaqın keleshekte gidroizomerizaciya procesi neftti qayta islew zavodlarında katalitikalıq riforming texnologiyalarınıń ajıralmaytuǵın bólegine aylanıwı múmkin bolǵan perspektivalı proceslerden biri bolıp esaplanadı.

Ádebiyatlar

1. Svaykosov S.O. Hydroisomerization of gasoline fractions stored in benzene is the basis of modern, environmentally friendly engine fuel extraction technologies. Science and Education in Karakalpakstan 2024. №4/2 (45). – P.165-170.
2. Федорова Е.Д., Лавренов А.В., Булчевский Е.А., Богданец Е.Н. Гидроизомеризация бензол содержащих бензиновых фракций-основа современных технологий получения экологически чистых моторных топлив. // Российский химический журнал. 2018. № 1-2.
3. Kazakov M.O., Lavrenov A.V., Likholobov V.A. Simultaneous benzene alkylation and alkanes isomerization on Ni- and Ni-Re-promoted sulfated zirconia catalysts // 15th International Congress on Catalysis 2012. July 01 - July 06, 2012. Munich. Germany. (www.icc2012.org).
4. US 7959793 Optimum process for selective hydrogenation/hydro-isomerization, aromatic saturation, gasoline, kerosene and diesel/distillate desulfurization (HDS). RHT-hydrogenationSM, RHT-HDSSM/A.S. Bakshi. 2011.
5. Белопухов Е.А., Смоликов М.Д., Кирьянов Д.И., Белый А.С. 2012. Влияние содержания платины в катализаторе Pt/MOR/Al₂O₃ на его активность в реакции гидроизомеризации бензола. Журнал Сибирского федерального университета. Химия, 5 (4), 398-404.
6. Мамедова А.З., Мирзалиева С.Е., Ахмедов Э.И., Мамедов С.Э. Изомеризация н-гептана на модифицированных платиноцеолитных катализаторах. Kimya Problemleri, (2), 2016. –С.175-179.

REZYUME. Maqolada benzol saqlagan benzin fraktsiyalarining gidroizomerizatsiyasi to'g'risidagi ilmiy va texnik ma'lumotlar ekologik toza va yuqori oktanli dvigatel yoqilg'isining tarkibiy qismlarini olish usuli sifatida taqdim etilgan. Benzol saqlagan fraktsiyalarni katalitik qayta ishlashning asosiy usullarining afzalliklari va kamchiliklari, benzolni gidrogenlash, benzolni olefinlar bilan alkillash haqida hamda benzol saqlagan fraktsiyalarni gidroizomerizatsiya qilishning istiqbolli haqida ma'lumotlar keltirilgan.

РЕЗЮМЕ. В статье представлены научно-технические данные о гидроизомеризации бензиновых фракций, в которых накапливается бензол, как способ получения экологически чистых и высокооктановых компонентов моторного топлива. Приведены данные о преимуществах и недостатках основных методов каталитической переработки бензолсодержащих фракций, о гидрировании бензола, алкилировании бензола oleфинами и перспективах гидроизомеризации бензолсодержащих фракций.

SUMMARY. The article presents scientific and technical data on the hydroisomerization of gasoline fractions in which benzene accumulates as a way to obtain environmentally friendly and high-octane components of motor fuel. Data on the advantages and disadvantages of the main methods of catalytic processing of benzene-containing fractions are presented on the hydrogenation of benzene, alkylation of benzene with olefins, and prospects for the hydroisomerization of benzene-containing fractions.