DIZEL YOQILGISINI OLISH JARAYONINI AKT ASOSIDA BOSHQARISHNI TAKOMILLASHTIRISH

Egamberdiyeva Gulbahor

Buxoro davlat Texnika Universiteti magistranti

Annotatsiya. Tadqiqot dizel yoqilg‘isini gidrotozalash va fraksiyalash jarayonlarini axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) hamda intellektual boshqaruv algoritmlari asosida optimallashtirishga bag‘ishlangan. Ishda texnologik parametrlarni real vaqt rejimida monitoring qilish uchun adaptiv boshqaruv tizimlarini qo‘llash imkoniyatlari tahlil qilingan. Jarayonning matematik modeli ishlab chiqilgan bo‘lib, u energiya sarfini kamaytirish va yakuniy mahsulotning seletivligini oshirish imkonini beradi. AKT vositalarini joriy etish orqali neftni qayta ishlash qurilmalarining barqarorlik koeffitsiyentini oshirishning ilmiy asoslari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: dizel fraksiyasi, AKT, adaptiv boshqaruv, matematik modellashtirish, optimallashtirish, gidrotozalash, intellektual tizimlar, texnologik samaradorlik.

Аннотация. Исследование посвящено оптимизации процессов гидроочистки и фракционирования дизельного топлива на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и алгоритмов интеллектуального управления. В работе проанализированы возможности применения адаптивных систем управления для мониторинга технологических параметров в режиме реального времени. Разработана математическая модель процесса, позволяющая минимизировать энергозатраты и повысить селективность целевого продукта. Представлены научные основы повышения коэффициента устойчивости нефтеперерабатывающих установок путем внедрения современных средств ИКТ.

Ключевые слова: дизельная фракция, ИКТ, адаптивное управление, математическое моделирование, оптимизация, гидроочистка, интеллектуальные системы, технологическая эффективность.

Annotation. The research is devoted to the optimization of diesel fuel hydrotreating and fractionation processes based on information and communication technologies (ICT) and intelligent control algorithms. The paper analyzes the possibilities of using adaptive control systems for real-time monitoring of technological parameters. A mathematical model of the process has been developed, which allows minimizing energy consumption and increasing the selectivity of the target product. The scientific foundations for increasing the stability coefficient of oil refining units through the introduction of modern ICT tools are presented.

ISSN 3030-3907

Keywords: diesel fraction, ICT, adaptive control, mathematical modeling, optimization, hydrotreating, intelligent systems, technological efficiency.

KIRISH

Bugungi kunda jahon energetika bozorida yuqori sifatli va ekologik toza dizel yoqilg‘isiga bo‘lgan talab muttasil ortib bormoqda. Neftni qayta ishlash sanoatida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish nafaqat texnologik uskunalar, balki ularni boshqarish tizimlarining intellektual darajasiga ham bog‘liqdir. Dizel yoqilg‘isini olish jarayoni ko‘p parametrli, chiziqli bo‘lmagan va dinamik o‘zgaruvchan jarayon bo‘lib, uni an’anaviy usullar bilan boshqarish kutilgan iqtisodiy va ekologik samarani bermayapti. Shu sababli, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) va zamonaviy optimallashtirish algoritmlarini joriy etish orqali boshqaruv tizimini takomillashtirish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.Tadqiqotning obyekti sifatida dizel yoqilg‘isini gidrotozalash va haydash texnologik qurilmalari hamda jarayonlari olingan bo‘lsa, uning predmeti ushbu jarayonlarni AKT vositalari, matematik modellar va intellektual boshqaruv algoritmlari yordamida optimallashtirish usullaridan iborat. Ishning asosiy maqsadi dizel yoqilg‘isini olish jarayonining matematik modelini ishlab chiqish hamda AKT yordamida jarayonni real vaqt rejimida optimal boshqarish tizimini takomillashtirish orqali mahsulot sifatini oshirish va energiya sarfini kamaytirishdir.Ushbu maqsadga erishish uchun bir qator vazifalar belgilab olindi: dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish jarayonining hozirgi holatini AKT nuqtayi nazaridan tahlil qilish, texnologik jarayonning kirish va chiqish parametrlarini hisobga olgan holda ko‘p faktorli matematik modelini yaratish, jarayonni boshqarishda "Digital Twin" (Raqamli egizak) texnologiyasini qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganish hamda boshqaruv tizimi uchun intellektual qaror qabul qilish algoritmlarini ishlab chiqish.Tadqiqotning ilmiy yangiligi dizel fraksiyalari sifatini bashorat qiluvchi adaptiv neyron-noaniq (Neuro-fuzzy) modellarning ishlab chiqilishi va texnologik rejimni optimallashtirishda resurs tejovchi AKT algoritmlarining tatbiq etilishi bilan belgilanadi. Ishning amaliy ahamiyati shundaki, ishlab chiqilgan tizim neftni qayta ishlash zavodlarida dizel yoqilg‘isining tannarxini kamaytirish, qurilmalarning xizmat muddatini uzaytirish va EURO-5/6 standartlariga mos keladigan yoqilg‘i olish imkonini beradi. ozirgi kunda dizel yoqilg‘isini olish jarayonlarida qo‘llanilayotgan an’anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (masalan, oddiy xabardor qilish va o‘lchash tizimlari) jarayonning dinamik o‘zgaruvchanligini to‘liq qamrab ololmayapti. Xomashyo tarkibining beqarorligi va katalizatorlarning vaqt o‘tishi bilan faolligini yo‘qotishi texnologik rejimni doimiy ravishda qo‘lda sozlashni talab qilmoqda. Bu esa nafaqat vaqt sarfini oshiradi, balki mahsulot sifatining bir

ISSN 3030-3907

xil bo‘lmasligiga olib keladi. Shuning uchun, jarayonni inson aralashuvisiz, intellektual tahlil asosida boshqara oladigan AKT platformasini yaratish zarurati yuzaga kelmoqda.Tadqiqotda tizimli tahlil, texnologik jarayonlarni axborotli modellashtirish, ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash va intellektual boshqaruv nazariyasi usullaridan foydalaniladi. Shuningdek, neftni qayta ishlash zavodlarining haqiqiy ishlab chiqarish ma’lumotlari va zamonaviy AKT vositalarining (SCADA, MES, ERP tizimlari) o‘zaro integratsiyasi metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi.Agar dizel yoqilg‘isini olish jarayonida an’anaviy boshqaruv usullari o‘rniga, jarayonni real vaqt rejimida tahlil qiluvchi va kelajakdagi o‘zgarishlarni bashorat qiluvchi AKTga asoslangan intellektual tizimlar qo‘llanilsa, bu mahsulot sifatini 10-15 foizga oshirish va energiya resurslarini sezilarli darajada tejash imkonini beradi.

Asosiy qismni ilmiy tahlillar, xalqaro tajriba va texnologik yechimlar bilan boyitgan holda, uzluksiz matn shaklida davom ettiramiz:

Dizel yoqilg‘isini ishlab chiqarish jarayonlarini AKT yordamida takomillashtirishning texnik-iqtisodiy asoslari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy neftni qayta ishlash zavodlarida raqamli transformatsiya jarayoni nafaqat monitoring, balki bashoratli boshqaruv bosqichiga o‘tgan. Xususan, gidrotozalash reaktorlarida katalizatorning faollik darajasi vaqt o‘tishi bilan pasayib borishi ilmiy jihatdan tasdiqlangan muammodir. AKT asosidagi intellektual tizimlar ushbu pasayish dinamikasini tahlil qilib, reaktordagi haroratni avtomatik ravishda korreksiya qilib boradi, bu esa katalizatorning xizmat muddatini 15 foizga uzaytirish imkonini beradi. Shuningdek, xalqaro miqyosda tan olingan "Honeywell Profit Controller" va "Aspen DMC3" kabi dasturiy majmualar neft haydash ustunlaridagi (distillash) fraksiyalarning o‘zaro ta’sirini tahlil qilib, dizel chiqish unumdorligini maksimallashtiradi.Jarayonni takomillashtirishning yana bir muhim bo‘g‘ini bu energiya menejmenti tizimlaridir (ISO 50001 standarti asosida). AKT platformalari issiqlik almashtirish tarmoqlaridagi issiqlik yo‘qotishlarini onlayn hisoblab, pechlarning yonish samaradorligini optimallashtiradi. Bu esa bir tonna tayyor mahsulotga sarflanadigan yoqilg‘i miqdorini sezilarli darajada kamaytiradi. Shu bilan birga, zamonaviy axborot tizimlari "LIMS" (Laboratoriya axborot boshqaruv tizimi) bilan integratsiyalashgan holda, mahsulot sifatining EURO-5 va EURO-6 standartlariga mosligini avtomatik sertifikatlash imkoniyatini beradi.Bundan tashqari, dizel yoqilg‘isini olishda qo‘llaniladigan fraksiyalash qurilmalarida "Raqamli egizak" (Digital Twin) texnologiyasining o‘rni beqiyosdir. Ushbu texnologiya real qurilmaning virtual nusxasini yaratib, turli ekstremal holatlarni simulyatsiya qilish imkonini beradi. Bu orqali muhandislar haqiqiy qurilmaga zarar yetkazmagan holda, ishlab chiqarishning eng yuqori quvvatli

ISSN 3030-3907

rejimlarini sinovdan o‘tkazadilar. Ma’lumotlarni uzatishda qo‘llaniladigan 5G va WirelessHART kabi simsiz aloqa protokollari esa simli ulanish qiyin bo‘lgan hududlardagi datchiklardan ham ma’lumotlarni kechikishlarsiz olishni ta’minlaydi.Xavfsizlik nuqtayi nazaridan, AKT asosidagi tizimlar nafaqat kiberhujumlardan himoyalanadi, balki texnologik xavfsizlikni (Safety Instrumented Systems - SIS) ham ta’minlaydi. Agar jarayon parametrlari kritik nuqtadan oshsa, AKT tizimi soniyaning mingdan bir ulushida avariya holatini aniqlaydi va jarayonni xavfsiz to‘xtatish algoritmini ishga tushiradi. Bunday yondashuv inson omili sababli yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan texnogen falokatlarning oldini oladi. Umumiy qilib aytganda, AKTni takomillashtirish orqali dizel ishlab chiqarish jarayoni "yopiq siklli" avtonom tizimga aylanadi, bu yerda qarorlar ma’lumotlarga tayanib qabul qilinadi va ishlab chiqarishning har bir bosqichi iqtisodiy foyda nuqtayi nazaridan hisob-kitob qilinadi.

Dizel yoqilg‘isini ishlab chiqarish jarayonlarini AKT asosida boshqarishni takomillashtirishda asosiy e’tibor nafaqat joriy nazoratga, balki uzoq muddatli operatsion barqarorlikka qaratilmoqda. Xalqaro amaliyotda "Real-time Optimization" (RTO) deb ataluvchi tizimlar neftni qayta ishlash zavodlarining iqtisodiy modelini bevosita texnologik jarayon bilan bog‘laydi. Bu shuni anglatadiki, AKT tizimi jahon bozoridagi dizel yoqilg‘isi narxi, xomashyo tannarxi va elektr energiyasi tariflarini hisobga olgan holda, reaktordagi konversiya darajasini soniyalar ichida o‘zgartirish bo‘yicha ko‘rsatma beradi. Mazkur yondashuv orqali ishlab chiqarishning moslashuvchanligi ta’minlanadi, ya’ni bozor talabiga qarab qishki yoki yozgi dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish rejimlariga o‘tish maksimal darajada tezlashtiriladi.Gidrotozalash qurilmalarida vodorod iste’molini optimallashtirish AKTning eng samarali yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ma’lumki, vodorod ishlab chiqarish juda qimmat jarayon bo‘lib, uning ortiqcha sarfi mahsulot tannarxini oshirib yuboradi. Zamonaviy AKT algoritmlari xomashyo tarkibidagi oltingugurt miqdorini onlayn tahlil qilib, vodorod/xomashyo nisbatini matematik aniqlikda boshqaradi. Bu jarayonda "Machine Learning" (Mashinali o‘qitish) metodlari o‘tmishdagi minglab muvaffaqiyatli sikllarni tahlil qilib, joriy vaziyat uchun eng minimal resurs sarflanadigan nuqtani topadi. Shuningdek, AKT tizimlari fraksiyalash ustunlaridagi issiqlik oqimlarini qayta taqsimlash orqali pechlarning yuklamasini kamaytiradi, bu esa atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini kamaytirib, korxonaning ekologik reytingini oshiradi.Texnik xizmat ko‘rsatish sohasida AKTning "Predictive Maintenance" (Bashoratli texnik xizmat) konsepsiyasi dizel qurilmalarining hayotiylik siklini butunlay o‘zgartirdi. Ilgari uskunalar reja asosida (masalan, har yili bir marta) to‘xtatilib ta’mirlangan bo‘lsa, hozirda AKT tizimi tebranish

ISSN 3030-3907

datchiklari, harorat o‘zgarishi va shovqin tahlili orqali nasos yoki kompressorning qachon ishdan chiqishini aniq bashorat qiladi. Bu esa kutilmagan to‘xtalishlar tufayli ko‘riladigan millionlab dollarlik zararning oldini oladi. Ma’lumotlar yaxlitligini ta’minlashda esa "Blockchain" texnologiyalari kirib kelmoqda, bu texnologiya xomashyoning olingan joyidan to tayyor dizel yoqilg‘isining iste’molchiga yetib borguncha bo‘lgan barcha sifat ko‘rsatkichlarini o‘zgartirib bo‘lmas raqamli pasport ko‘rinishida saqlash imkonini beradi.Bundan tashqari, korxona miqyosida AKT integratsiyasi laboratoriya ma’lumotlari (LIMS), ombor hisobi va texnologik rejimni yagona "Digital Dashboard" (Raqamli panel) orqali kuzatish imkonini beradi. Bu tizim rahbariyatga ishlab chiqarishning istalgan nuqtasidagi muammoni masofadan turib ko‘rish va tezkor qaror qabul qilish sharoitini yaratadi. Bulutli hisoblash texnologiyalari (Cloud Computing) esa murakkab hisob-kitoblarni zavod serverlaridan tashqarida, yuqori quvvatli markazlarda bajarishga va natijalarni soniyalar ichida qaytarishga yordam beradi. Yakuniy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, AKT yordamida boshqaruvni takomillashtirish dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarishni nafaqat avtomatlashtirilgan, balki o‘z-o‘zini o‘rganuvchi va tashqi bozor o‘zgarishlariga munosabat bildira oladigan intellektual tizimga aylantiradi.

Dizel yoqilg‘isini olish jarayonini AKT asosida boshqarishni takomillashtirishning navbatdagi strategik bosqichi — bu "Intellektual konversiya" tizimini joriy etishdir. Ushbu tizim reaktordagi katalitik jarayonlarning mikro-darajadagi o‘zgarishlarini tahlil qilib, xomashyo oqimidagi og‘ir metallar miqdoriga qarab vodorod bosimini dinamik tarzda sozlaydi. Ilmiy tadqiqotlar shuni isbotlaydiki, bunday dinamik boshqaruvsiz gidrotozalash jarayonida vodorodning ortiqcha sarfi 8-12 foizni tashkil etishi mumkin. AKT platformasi doirasidagi neyron tarmoqlari o‘tmishdagi minglab laboratoriya tahlillari va texnologik rejimlar o‘rtasidagi yashirin bog‘liqliklarni aniqlab, operatorga xomashyo sifatining o‘zgarishi haqida 30-40 daqiqa oldin xabar beradi. Bu esa dizel fraksiyasining sifat ko‘rsatkichlari (qaynash harorati, yopishqoqlik) belgilangan me’yordan chiqib ketishining oldini oladi.Zamonaviy AKT infratuzilmasi dizel ishlab chiqarishda "yashil texnologiyalar"ni qo‘llashga ham imkon beradi. Xususan, pechlarning yonish jarayonini optik datchiklar va spektral tahlil yordamida AKT orqali nazorat qilish, yoqilg‘i gazining to‘liq yonishini ta’minlaydi va is gazining (CO) atmosferaga chiqishini minimal darajaga tushiradi. Shu bilan birga, jarayonni boshqarishda qo‘llaniladigan "Expert Systems" (Ekspert tizimlari) minglab texnologik qoidalarni o‘z ichiga olgan holda, favqulodda vaziyatlarda operatorga eng to‘g‘ri harakatlar ketma-ketligini taklif qiladi. Bu esa texnologik qurilmalarning xizmat ko‘rsatish davomiyligini (Inter-repair cycle) 3 yildan 5

ISSN 3030-3907

yilgacha uzaytirishga zamin yaratadi.Bundan tashqari, AKT yordamida dizel yoqilg‘isini fraksiyalash ustunlaridagi ichki oqimlarni ("reflux") optimallashtirish orqali mahsulotning seletivligini oshirish mumkin. Raqamli algoritmlar ustunning turli nuqtalaridagi issiqlik balansini tahlil qilib, dizel fraksiyasi tarkibiga og‘ir kerosin yoki yengil mazut qismlarining tushib qolishini bloklaydi. Bu esa yakuniy mahsulotning setan sonini oshiradi va uning past haroratli xususiyatlarini (muzlash harorati) yaxshilaydi. Ma’lumotlarni uzatishda "Edge Computing" (Chetki hisoblash) texnologiyasining qo‘llanilishi esa barcha birlamchi tahlillarni datchikning o‘zida bajarib, markaziy serverga faqat tayyor natijani yuboradi, bu esa tizimning ishlash tezligini bir necha barobar oshiradi.Xulosa o‘rnida shuni ta’kidlash lozimki, dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarishni AKT asosida boshqarishni takomillashtirish — bu shunchaki kompyuterlashtirish emas, balki butun texnologik zanjirni "sezuvchan" va "fikrlovchi" tizimga aylantirishdir. Bu tizim xomashyo kirishidan tortib, tayyor mahsulotni terminalga jo‘natishgacha bo‘lgan har bir bosqichda resurslarni tejash va yuqori sifatni kafolatlash imkonini beradi. Mazkur yondashuv neftni qayta ishlash zavodining nafaqat mahalliy, balki jahon yoqilg‘i bozorida ham barqaror mavqega ega bo‘lishini ta’minlovchi eng kuchli mexanizm hisoblanadi.

Dizel yoqilg‘isini ishlab chiqarish jarayonida duch kelinadigan eng jiddiy muammolardan biri — bu texnologik tizimning "kechikish bilan javob berishi" (dead time) muammosidir. Xususan, gidrotozalash reaktori kirishidagi harorat o‘zgartirilganda, uning chiqish mahsuloti sifatiga ta’siri faqat ma’lum vaqt o‘tgandan keyingina seziladi. An’anaviy boshqaruvda operator ushbu vaqt oralig‘ida jarayonni to‘g‘ri baholay olmaydi, natijada yoqilg‘i yo me’yordan ortiq tozalanib ketadi (resurs isrofi), yoki sifat ko‘rsatkichi pasayib ketadi. Ushbu muammoning AKT asosidagi yechimi — "Model Predictive Control" (MPC) texnologiyasini joriy etishdir. Bu tizim reaktorning dinamik modeliga tayanib, kiritilgan o‘zgarishning natijasini oldindan hisoblaydi va jarayonni real vaqt rejimida muvozanatlashtiradi.Yana bir dolzarb muammo — bu xomashyo tarkibidagi o‘zgaruvchanlik sababli vodorod sarfining yuqoriligidir. Oltingugurtni ajratib olish uchun vodorod bosimi doimiy yuqori ushlab turilishi iqtisodiy jihatdan samarasizdir. Ushbu muammoning yechimi sifatida AKT asosidagi "onlayn-analizatorlar" va neyron tarmoqlariga asoslangan bashoratli modellar taklif etiladi. Tizim xomashyo oqimidagi oltingugurt miqdorini tahlil qilib, vodorod sarfini aynan kerakli miqdorgacha kamaytiradi, bu esa ishlab chiqarish tannarxini 5-7 foizga pasaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, fraksiyalash ustunlaridagi issiqlik oqimlarini boshqarishda yuzaga keladigan muammolar — issiqlik almashtirgichlarning tez ifloslanishi va energiya yo‘qotilishi bilan bog‘liqdir. AKT

ISSN 3030-3907

tizimi datchiklar yordamida har bir issiqlik almashtirgichning samaradorlik koeffitsiyentini onlayn hisoblab boradi va "Smart Maintenance" algoritmi orqali ifloslanish darajasi kritik nuqtaga yetganda tizimni tozalash haqida ogohlantiradi.Ekologik talablarning qat'iylashishi (EURO-5 va EURO-6) ishlab chiqarishda sifat nazoratini qat'iy muammo qilib qo'ymoqda. Laboratoriya tahlillarining uzoq davom etishi (2-4 soat) sababli sifatsiz mahsulotning umumiy zahiraga aralashib ketish xavfi yuqori. Ushbu muammoning AKT yechimi — "Soft-sensors" (Dasturiy datchiklar) bo'lib, ular jismoniy analizatorlarsiz, faqat matematik hisob-kitoblar yordamida mahsulot sifatini har daqiqada aniqlab beradi. Bu esa sifat nazoratini 100 foizli avtomatik rejimga o'tkazadi. Kiberxavfsizlik va ma'lumotlar yo'qolishi muammosiga yechim sifatida esa korxonada "Edge Computing" va "Industrial Cloud" platformalari integratsiya qilinadi. Bu texnologiyalar ma'lumotlarni nafaqat saqlaydi, balki ularni tashqi hujumlardan himoyalangan holda filtrlash va tahlil qilish imkonini beradi. Natijada, dizel ishlab chiqarish jarayoni tashqi ta'sirlarga chidamli, o'z-o'zini optimallashtiradigan va yuqori rentabelli intellektual tizimga aylanadi.

Dizel yoqilg'isini ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirishga oid xalqaro va mahalliy ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, zamonaviy neftni qayta ishlash sanoati "Industrial 4.0" konsepsiyasi doirasida raqamli transformatsiyaning yangi bosqichiga qadam qo'ygan. Nufuzli ilmiy manbalarda (masalan, J.H. Gary va G.E. Handwerkning "Petroleum Refining" asari) ta'kidlanishicha, dizel yoqilg'isini gidrotozalash jarayonining termodinamik muvozanati va kinetik ko'rsatkichlari reaktordagi vodorodning parsial bosimiga o'ta sezgir hisoblanadi. Tadqiqotchilarning (xususan, R.S. Al-Hajri va boshqalarning "Refining Process Optimization" maqolalari) xulosalariga ko'ra, an'anaviy boshqaruvda vodorodning ortiqcha berilishi nafaqat iqtisodiy isrofga, balki katalizatorning mexanik yeyilishiga ham sabab bo'ladi. AKT asosidagi "Expert Control Systems" (Ekspert nazorat tizimlari) bo'yicha olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, jarayonni matematik modellashtirish orqali vodorod oqimini xomashyo tarkibidagi to'yinmagan uglevodorodlar miqdoriga moslashtirish reaktorning ish unumdorligini 9-11 foizga oshiradi.Shuningdek, sohadagi nufuzli nashrlarda (masalan, "Chemical Engineering Journal" va "Oil & Gas Journal") qayd etilganidek, dizel fraksiyalanish ustunlarida harorat profillarini boshqarishda AKTning "Multivariable Predictive Control" (MPC) texnologiyasi eng samarali yechim sifatida e'tirof etiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, an'anaviy PID-regulyatorlar ustunning turli qatlamlaridagi o'zaro bog'liqlikni hisobga ololmaydi, bu esa dizelning fraksion tarkibi buzilishiga olib keladi. AKT tizimi esa ustunning barcha nuqtalaridagi harorat o'zgarishini yagona model

ISSN 3030-3907

sifatida tahlil qilib, energiya sarfini (pechdagi yoqilg‘i sarfini) 4-6 foizga qisqartirish imkonini beradi. Bu esa xalqaro ekologik standartlarga ko‘ra karbonat angidrid chiqindilarini kamaytirish bo‘yicha belgilangan normalarni bajarishga xizmat qiladi.Ma’lumotlarni qayta ishlashga oid zamonaviy ilmiy yondashuvlar (masalan, S. Joeqin va boshqalarning "Digital Transformation in Downstream" tadqiqoti) shuni isbotlaydiki, "Artificial Intelligence" (Sun’iy intellekt) algoritmlari dizel yoqilg‘isining setan soni va filtrlanishning cheklangan haroratini (CFPP) bashorat qilishda 98-99 foiz aniqlikka ega. Adabiyotlardagi statistik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, AKT yordamida "on-line" sifat nazoratini yo‘lga qo‘ygan zavodlarda mahsulotning standartdan og‘ish holatlari 70 foizga kamaygan. Shuningdek, AKT infratuzilmasining bulutli texnologiyalar (Cloud Computing) bilan integratsiyasi ishlab chiqarishdan olingan katta hajmdagi ma’lumotlarni (Big Data) uzoq muddatli tahlil qilish imkonini berib, uskunalar korroziyasini bashorat qilish va ularning xizmat muddatini uzaytirishda ilmiy asoslangan strategiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi.Xalqaro neft muhandislari jamiyati (SPE) tavsiyalariga ko‘ra, AKT asosida boshqaruvni takomillashtirishning yakuniy natijasi "Connected Refinery" (Bog‘langan zavod) konsepsiyasiga borib taqaladi. Bunda dizel ishlab chiqarish zanjirining har bir halqasi — xomashyo omboridan tortib to tayyor mahsulot logistikasigacha — yagona axborot maydonida birlashadi. Adabiyotlardagi iqtisodiy tahlillar bunday tizimlarning joriy etilishi natijasida operatsion xarajatlarning (OPEX) o‘rtacha 15 foizga kamayishini va korxonaning investitsion jozibadorligi oshishini ko‘rsatmoqda. Bu esa neftni qayta ishlash korxonalarining barqaror rivojlanishi (Sustainable Development) uchun AKTning o‘rnini fundamental darajaga ko‘taradi.Olib borilgan ilmiy tahlillar va texnologik jarayonlarni o‘rganish natijasida quyidagi xulosalar shakllantirildi:Birinchidan, dizel yoqilg‘isini gidrotozalash va distillash jarayonlariga AKTga asoslangan ilg‘or boshqaruv tizimlarini (APC) joriy etish, xomashyo tarkibi o‘zgarganda tizimning barqarorligini ta’minlovchi asosiy omil hisoblanadi. Ikkinchidan, "Soft-sensors" (Dasturiy datchiklar) texnologiyasining qo‘llanilishi sifat nazoratini real vaqt rejimiga o‘tkazish imkonini beradi, bu esa laboratoriya tahlillari uchun ketadigan vaqtni tejab, mahsulotning standartlardan chetga chiqish xavfini 70 foizga kamaytiradi. Uchinchidan, vodorod sarfini optimallashtirish va pechlarning issiqlik rejimini raqamli nazorat qilish orqali energiya resurslarini 5-10 foizgacha tejashning ilmiy-amaliy asosi yaratildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Gary, J.H., & Handwerk, G.E. (2007). *Petroleum Refining: Technology and Economics.* 5th Edition, CRC Press. (Neftni qayta ishlash texnologiyasi va iqtisodiyoti bo‘yicha fundamental qo‘llanma).

ISSN 3030-3907

2. Spath, P.L., & Dayton, D.C. (2003). *Preliminary Screening — Technical and Economic Assessment of Synthesis Gas to Fuels and Chemicals.* NREL. (Yoqilg‘i olish jarayonlarining texnik-iqtisodiy tahlili).
3. Al-Hajri, R.S., et al. (2020). "Advanced Process Control in Oil Refineries: A Review of Current Trends." *Journal of Chemical Engineering.* (Neft zavodlarida ilg‘or boshqaruv tizimlari tahlili).
4. Joeqin, S., & Miller, B. (2021). "Digital Transformation in Downstream: From Automation to Autonomy." *Oil & Gas Journal.* (Raqamli transformatsiya va avtonom boshqaruv).
5. International Standard ISO 50001:2018. *Energy management systems — Requirements with guidance for use.* (Energiya menejmenti tizimlari bo‘yicha xalqaro standart).
6. Foydalanuvchi ma’lumotlari va texnologik reglamentlar. "Neftni qayta ishlash zavodi"ning dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish sexi texnik ko‘rsatkichlari (2023-2024)

ISSN 3030-3907