DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

BUTIL SPIRTLARI ISHLAB CHIQARISH KUB QOLDIG‘INING KOMPONENT TARKIBI VA DIZEL YOQILG‘ISI UCHUN SETAN SONINI OSHIRUVCHI PRISADKALAR OLISH ISTIQBOLLARI

Rabbimov J.Sh., *t.f.f.d., dotsent,*
Geologiya va konchilik ishi kafedrasi,
E-mail: rabbimov.jahongir1933@gmail.com,
Usmonov K.M., *dotsent,*
Geologiya va konchilik ishi kafedrasi,
E-mail: quvonch_uz2@mail.ru,
Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Maqolada butil spirtlari ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan kub qoldiqning tarkibiy xususiyatlari va uning 195 °C gacha ajratilgan fraksiyasini dizel yoqilg‘isi prisadkalari uchun potensial xomashyo sifatida baholash natijalari yoritiladi. Dissertatsiyada GC–MS yordamida olingan tarkibiy ko‘rsatkichlar qayta hisoblanib, funksional guruhlar bo‘yicha boyish koeffitsiyentlari aniqlandi. Dastlabki qoldiqda spirtlar 55,79%, efirlar 41,43% va ketonlar 2,78% ni tashkil qilgan; ajratilgan fraksiyada spirtlarning ulushi 66,46% ga yetgan. Ushbu o‘zgarish fraksiya tarkibidagi komponentlarning nisbiy qayta taqsimlanishini ifodalaydi, biroq moddalarning umumiy chiqimi yoki prisadkaning amaliy samaradorligini mustaqil ravishda tasdiqlamaydi. Ishda yoqilg‘i sifatini baholash usullari, xalqaro ilmiy manbalar va tajriba natijalarining cheklovlari muhokama qilinadi.*

Аннотация. *В статье представлены результаты оценки компонентного состава кубового остатка, образующегося в процессе производства бутиловых спиртов, а также его фракции, выделенной при температуре до 195 °C, в качестве потенциального сырья для получения присадок к дизельному топливу. На основе данных о компонентном составе, полученных методом газовой хроматографии–масс-спектрометрии (ГХ–МС) в диссертационном исследовании, выполнен повторный расчёт показателей и определены коэффициенты обогащения по классам функциональных групп. В исходном кубовом остатке содержание спиртов составляло 55,79%, простых эфиров – 41,43%, кетонов – 2,78%, тогда как в выделенной фракции доля спиртов увеличилась до 66,46%. Указанные изменения отражают относительное перераспределение компонентов во фракции, однако сами по себе не подтверждают общий выход продуктов или практическую эффективность получаемой присадки. В работе также рассматриваются методы оценки качества топлива, анализируются международные научные публикации и обсуждаются ограничения экспериментальных результатов.*

Abstract. *This article presents the results of an assessment of the compositional characteristics of the distillation residue generated during butyl alcohol production and its fraction distilled at temperatures up to 195 °C as a potential raw material for diesel fuel additives. The compositional data obtained by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) in the dissertation were recalculated, and enrichment factors were determined for different functional group classes. The initial residue contained 55.79% alcohols, 41.43% ethers, and 2.78% ketones, while the alcohol content in the separated fraction increased to 66.46%. This change reflects the relative redistribution of components within the fraction; however, it does not independently confirm the overall product yield or the practical effectiveness of the resulting additive. The study also discusses methods for evaluating fuel quality, relevant international scientific literature, and the limitations of the experimental results.*

Kalit so‘zlar: *kub qoldiq, butil spirti, ikkilamchi xomashyo, dizel yoqilg‘isi, setan soni, alkilnitrat, GC–MS, HFRR.*

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

Ключевые слова: *кубовый остаток, бутиловый спирт, вторичное сырьё, дизельное топливо, цетановое число, алкилнитрат, ГХ–МС, HFRR.*

Keywords: *distillation residue, butyl alcohol, secondary raw materials, diesel fuel, cetane number, alkyl nitrate, GC–MS, HFRR.*

Kirish. Siqish orqali alangalanadigan dvigatellarda yoqilg‘ining alangalanish kechikishi yonish jarayoni barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli setan soni dizel yoqilg‘isini tavsiflovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biridir. Uni etalon dvigatelda aniqlash tamoyillari ASTM D613 standartida belgilangan [1,2]. Setan sonining o‘sishi esa yoqilg‘ining barcha ekspluatatsion ko‘rsatkichlari bir vaqtda yaxshilanishini anglatmaydi. Mazkur ishning maqsadi – butil spirtlari ishlab chiqarish kub qoldig‘i va uning 195 °C gacha qaynaydigan fraksiyasi tarkibini miqdoriy qiyoslash, ajratishning kimyoviy texnologik ahamiyatini baholash va ushbu xomashyo asosida setan sonini oshiruvchi moddalar yaratish uchun talab etiladigan keyingi tajribalarni asoslash.

Kimyo sanoatining yon oqimlarini qayta ishlash resurslardan oqilona foydalanish nuqtayi nazaridan dolzarbdir. Ammo ko‘p komponentli organik qoldiqni foydali mahsulotga aylantirish uchun faqat umumiy kimyoviy tarkib yetarli emas: maqsadli birikmalarning ajralishi, mahsulot tozaligi, sintez selektivligi va yakuniy yoqilg‘i bilan mosligi ham aniqlanishi lozim. Organik nitratlar, xususan 2-etilgeksilnitrat, dizel aralashmalarining alangalanish xossalarini o‘zgartirishi mumkinligi ilmiy adabiyotlarda ko‘rsatilgan [3,4]. Lekin adabiyotdagi natijalarni boshqa kimyoviy tarkibga ega sanoat qoldig‘iga bevosita ko‘chirish ilmiy jihatdan asosli emas. Har bir yangi xomashyo uchun alohida sintez va sinov dasturi talab etiladi. Tadqiqot gipotezasi shundan iboratki, 195 °C chegarasi bo‘yicha ajratish natijasida ayrim spirtlarning nisbiy konsentratsiyasi ortadi va keyingi kimyoviy modifikatsiya uchun tarkibiy jihatdan qulayroq oqim hosil bo‘lishi mumkin. Bu gipoteza hozircha fraksiya tarkibidagi foizlar bilan baholanadi, texnologik samaradorlik esa qo‘shimcha moddiy balans orqali tekshirilishi kerak.

Usullar. Kimyoviy texnologiya nuqtayi nazaridan bu oqim maqsadli modifikatsiya uchun muhim, ammo uning reaksiya mahsuloti sifatida yaroqliligini baholash uchun molekulyar tuzilish, reaksiya selektivligi va tozalash imkoniyatlari bo‘yicha tajribalar zarur. Kuszewski va Jaworski [4] 1-butanol–dizel aralashmasida 2-etilgeksilnitratning o‘z-o‘zidan alangalanish tavsiflariga ta’sirini o‘rgangan. Mazkur ish spirtli aralashmalar va setan oshiruvchi qo‘shimchalar o‘rtasidagi bog‘liqlikni muhokama qilish uchun muhim, lekin tadqiqotdagi reagent va yoqilg‘i tarkibi ushbu kub qoldiqdan farq qiladi. Fraksiyalash orqali ayrim spirtlarning ulushini oshirish mumkinligi ko‘rsatilgan bo‘lsa-da, sanoat miqyosida samaradorlikni baholash uchun fraksiya chiqimi, energiya sarfi, mahsulotni tozalash yo‘qotishlari va sintezning mahsulot balansi birgalikda o‘rganilishi lozim.

Adabiyotlarda 2-EHN qo‘shilgan spirt–dizel tizimlari bo‘yicha olingan xulosalar [3, 4] potensial ta’sir mexanizmlarini tushuntiradi. Biroq xomashyo tarkibidagi ko‘p komponentlilik va individual moddalarning o‘zaro ta’siri tufayli o‘xshash natija olinishi oldindan kafolatlanmaydi. Prisadkaning qo‘llanish imkoniyati faqat setan soni bilan belgilanmaydi. Moylash qobiliyati (HFRR), qovushqoqlik, chaqnash harorati, past harorat xossalari va saqlash barqarorligi birgalikda baholanishi kerak [1,2]. Bunday kompleks yondashuv bir ko‘rsatkichning yaxshilanishi hisobiga boshqa sifat talablarining buzilib qolishiga yo‘l qo‘ymaydi.

Natijalar. Tahlil obyektlari: butil spirtlari ishlab chiqarish kub qoldig‘i; 195 °C gacha ajratilgan fraksiya; shu fraksiyani nitrolash orqali olingan setan sonini oshiruvchi prisadka (SSOP) bilan bog‘liq manba tajribalari. Maqoladagi komponent jadvallarida qiymatlar “miqdori, % (mass.)” ko‘rinishida berilgan. Shu maqolada aynan ushbu jadval qiymatlari qayta hisoblangan; xromatogrammaning xom pik yuzalari, tashqi standartlar bo‘yicha kalibrlash funksiyasi, identifikatsiya spektri moslik mezoni, takroriy tahlillar soni va o‘lchash noaniqligi manbada to‘liq

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

keltirilmagan. Shuning uchun maqoladagi foizlar yangi GC–MS miqdoriy kalibrlashi sifatida emas, [1] dagi massaviy ulushlarning ikkilamchi tahlili sifatida talqin qilinadi.



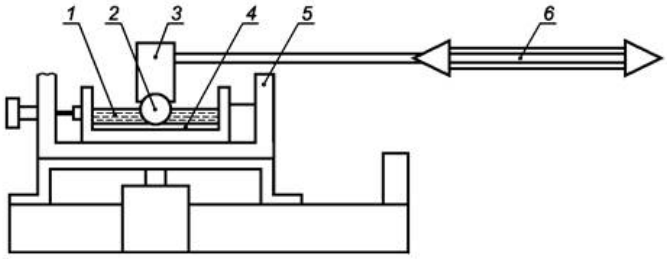
1-rasm. GCMS-QP2010S gaz xromato-mass-spektrometri

Setan soni maqolada IT9-3 qurilmasida tekshirilayotgan dizel yoqilg‘isi va etalon yoqilg‘ining alangalanish xususiyatlarini qiyoslash yo‘li bilan aniqlangani bayon qilingan. ASTM D613-26 xalqaro me’yoriy mezon sifatida keltiriladi. Moylash xossalari manbada HFRR qurilmasida baholangan; ASTM D6079-26 [4] esa ushbu usulning zamonaviy standart asosini ifodalaydi.

1-jadval

Butil spirtlarini ishlab chiqarishda kub qoldiq ning q.b.195ºC dagi fraksiyasining komponent tarkibi

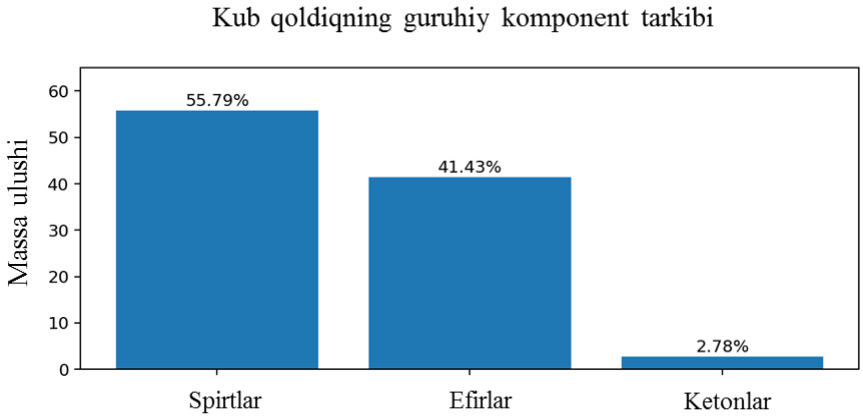
Komponentlar guruhi	Umumiy kub qoldiq, massa %	195 °C gacha fraksiya, massa %
Spirtlar	55,79	66,46
Efirlar	41,43	33,54
Ketonlar	2,78	–
Jami	100	100



2-rasm. HFRR apparatining sxemasi

Natijalar tahlili. Boshlang‘ich kub qoldiq tarkibida eng yirik sinf spirtlar (55,79%) bo‘lib, ulardan 2-propilpentanol-1 (18,08%) va 2-etil-3-geksenol-1 (12,47%) nisbatan katta ulushga ega. Efirlar jami 41,43%, ketonlar 2,78% ni tashkil etadi [1]. Bunday ko‘p komponentlilik mahsulotni to‘g‘ridan-to‘g‘ri prisadka deb baholashdan ko‘ra uni fraksiyalash va modifikatsiyalashni tadqiq qilish zaruratini ko‘rsatadi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107



3-rasm. Umumiy kub qoldiq tarkibining grafik ifodasi

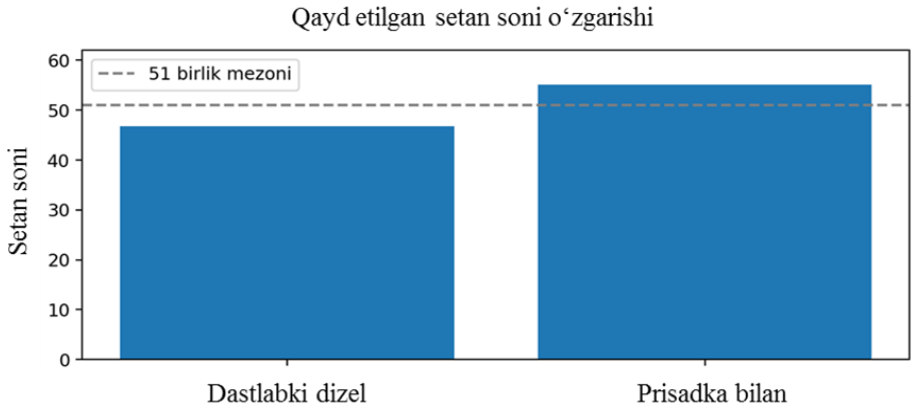
195 °C gacha fraksiyada spirtlar 66,46%, efirlar 33,54% ni tashkil etgan [1]. Demak, boshlang‘ich oqimga nisbatan spirtlar ulushi 10,67 foiz punktga oshgan, efirlar esa 7,89 foiz punktga kamaygan. Fraksiyaning o‘zida 2-propilpentanol-1 (17,16%), 2-etil-3-geksenol-1 (14,41%) va 1,1-dibutoksibutan (18,89%) sezilarli komponentlar hisoblanadi.

2-jadval

Gidrotozalangan va EURO 3 dizel yoqilg‘ilarining ko‘rsatkich qiymatlari

Ko‘rsatkich	Gidrotozalangan dizel	EURO-3 uchun olingan namuna
Setan soni	51	46,8
Zichlik	840 kg/m³ (20 °C)	836 kg/m³ (15 °C)
Chaqnash harorati	70 °C	65 °C
Oltingugurt	0,1 massa %	275 mg/kg
Eskirish dog‘i diametri	566 mkm	599 mkm

2-jadval. Alohida keltirilgan ikki dizel namunasi taqqoslandi [1]. O‘lchash harorati va birliklari farqlangani uchun zichlik va oltingugurt qiymatlari to‘g‘ridan-to‘g‘ri bir xil sharoitdagi o‘lchov sifatida talqin qilinmaydi.



4-rasm. Dastlabki dizel yoqilg‘isiga prisadka qo‘shilganda setan soni o‘zgarishi

4-rasmda butil spirtlari ishlab chiqarish kub qoldig‘ining 195 °C gacha qaynaydigan fraksiyasini nitrolash asosida sintez qilingan setan sonini oshiruvchi prisadka - SSOPning dizel yoqilg‘isi alangalanish xususiyatiga ta’siri ko‘rsatilgan. Dissertatsiya ma’lumotlariga ko‘ra, ishlab chiqilgan prisadka dizel yoqilg‘isiga 0-0,5 mass.% konsentratsiya oralig‘ida kiritib sinovdan o‘tkazilgan. Prisadka miqdori 0,1 mass.% bo‘lganda dizel yoqilg‘isining setan soni 51,0 birlikni,

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

0,5 mass.% bo‘lganda esa 55,1 birlikni tashkil etgan. Shunday qilib, prisadka konsentratsiyasining 0,5 mass.% gacha oshirilishi setan sonining 4,1 birlikka ortishiga olib kelgan.

Sintez qilingan SSOP bir komponentli modda emas, balki nitrolash natijasida hosil bo‘lgan ko‘p komponentli organik kompozitsiyadir. GC–MS tahlili bo‘yicha uning tarkibida ketonlar-13,57 mass.%, spirtlar-2,97 mass.%, nitrospirtlar-4,60 mass.%, nitrat kislota efirlari-18,28 mass.%, murakkab efirlar-22,37 mass.%, alkilnitratlar-3,05 mass.%, alkanlar-15,04 mass.%, boshqa komponentlar-7,12 mass.% hamda reaksiyaga kirishmagan komponentlar-12,00 mass.% miqdori qayd etilgan. Asosiy faol kislorod-azotli komponentlardan 2-metilpropilnitrat-8,02%, butilnitrat- 10,26%, 2-nitrooktanol-1-1,90% va 2-nitro-2-etilpropandiol-1,3-2,70% aniqlangan.

Prisadkaning funksional tarkibi IQ-spektroskopiya bilan ham tasdiqlangan: 1200–1600 sm^{-1} oralig‘idagi, xususan 1260 va 1615 sm^{-1} sohalardagi yutilish maksimumlari $–O–NO_2$ guruhlarining mavjudligini ko‘rsatgan. Aynan nitrat va nitro guruhlarini saqlovchi komponentlarning mavjudligi prisadkaning dizel yoqilg‘isida alangalanish kechikishini kamaytirish va setan sonini oshirish xususiyati bilan bog‘lanadi.

Dizel yoqilg‘isining setan soni dissertatsiyada IT9-3 qurilmasida etalon yoqilg‘i bilan qiyosiy alangalanish usulida aniqlangan. Prisadka qo‘shilgan dizel yoqilg‘isining asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari GOST 305-82 talablariga muvofiq nazorat qilingan. 0,5 mass.% SSOP qo‘shilgan namunada setan sonining 55,1 birlikka yetishi mazkur standartdagi “45 dan kam emas” talabidan yuqori natija ekanligini ko‘rsatadi.

Dastlabki kub qoldiqning fizik-kimyoviy tavsifida qaynashning boshlanish nuqtasi 140 °C, 50% haydalish harorati 190 °C, 96% haydalish harorati 255 °C, oxirgi nuqtasi 270 °C sifatida berilgan. Zichlik 20 °C da 840–880 kg/m³ oralig‘ida, suv miqdori esa 0,2 mass.% dan ortiq emas (2-jadval) [1]. Bular fraksiyalash rejimini tanlash uchun dastlabki ma’lumotlardir. Tarkibiy sinflar yig‘indisi boshlang‘ich oqimda 100 % ga teng: spirtlar 55,79 %, efirlar 41,43%, ketonlar 2,78%. Fraksiyadagi jadval esa spirtlar va efirlar bo‘yicha 100 % ni tashkil etadi (1-jadval) [1]. Hisoblash natijalariga ko‘ra spirtlar uchun $K = 66,46/55,79 \approx 1,191$, efirlar uchun $K = 33,54/41,43 \approx 0,810$. Shunday qilib, fraksiyalashdan keyingi nisbiy tarkib spirtlar foydasiga siljigan. Bu qiymatlar selektiv ajralish darajasi emas, balki ikki namunadagi massa ulushlarining nisbatidir.

Alohida komponentlar misolida butanol-1 ning ulushi 3,87 % dan 9,35 % gacha ($K \approx 2,42$), 2-metilbutanol-1 ning ulushi esa 3,97 % dan 6,60 % gacha ($K \approx 1,66$) o‘zgargan. Bu kuzatuvlar yengil fraksiyada ayrim spirtlarning nisbiy boyishini ko‘rsatadi. 1,1-dibutoksibutan ulushi 16,43% dan 18,89% gacha oshgan ($K \approx 1,15$). Demak, efirlar sinfining jami ulushi kamaygani bilan har bir efirning ulushi bir xil yo‘nalishda o‘zgarmaydi. Komponent darajasidagi bunday farqlar keyingi sintez oldidan xomashyoni standartlashtirish muhimligini asoslaydi.

Muhokamalar. Kub qoldiqning fraksion xossalari 195 °C chegarasini tanlashning fizik asosini ko‘rsatadi. Boshlang‘ich qaynash harorati 140 °C, 50% haydalish harorati 190 °C, 96% haydalish harorati 255 °C va oxirgi qaynash harorati 270 °C sifatida berilgan [1].

3-jadval

Butil spirtlari ishlab chiqarish kub qoldig‘ining asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Qiymati
Qaynash boshlanish harorati, °C	140
50% haydalish harorati, °C	190
96% haydalish harorati, °C	255
Qaynash oxirgi harorati, °C	270
Yopiq tigeldagi chaqnash harorati, °C	≥75
Suv miqdori, massa %	≤0,2
Zichlik 20 °C da, kg/m³	840–880

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

Boshlang‘ich kub qoldiqda spirtlar 55,79%, efirlar 41,43% va ketonlar 2,78% ni tashkil etadi. 195 °C gacha fraksiyada spirtlar ulushi 66,46% ga oshgan, efirlar esa 33,54% gacha kamaygan. Guruhlar bo‘yicha nisbiy boyish koeffitsiyenti K = w_f / w_0 formula orqali hisoblandi, bunda w_0 – boshlang‘ich qoldiqdagi, w_f – fraksiyadagi massaviy ulush.

4-jadval

Funksional guruhlar bo‘yicha tarkib va hisoblangan nisbiy boyish

Komponentlar guruhi	Kub qoldiq, massa %	195 °C gacha fraksiya, massa %	Farq, foiz punkt	K = w_f/w_0
Spirtlar	55,79	66,46	+10,67	1,191
Efirlar	41,43	33,54	−7,89	0,810
Ketonlar	2,78	–	–	–

Individual komponentlar darajasidagi qayta hisoblash ham bir xil yo‘nalish kuzatilmasligini ko‘rsatadi. Butanol-1 va 2-metilbutanol-1 fraksiyada sezilarli nisbiy boyigan, 2-propilpentanol-1 esa deyarli o‘zgarmagan. Bu holat guruh bo‘yicha umumiy foiz o‘zgarishini alohida moddalarning selektiv ajralish darajasi bilan tenglashtirib bo‘lmasligini ko‘rsatadi.

5-jadval

Ayrim komponentlarning nisbiy boyish koeffitsiyentlari

Komponent	Kub qoldiq, % mass.	Fraksiya, % mass.	K
Butanol-1	3,87	9,35	2,42
2-metilbutanol-1	3,97	6,60	1,66
2-etil-3-geksenol-1	12,47	14,41	1,16
2-propilpentanol-1	18,08	17,16	0,95

Texnologik samaradorlik bo‘yicha taqrizda ko‘rsatilgan e’tirozni aniqlashtirish uchun [1] dagi 3-jadvalning aynan 195 °C gacha fraksiya bilan bajarilgan 10-tajriba natijasi alohida ajratildi. Unda 26 ml xomashyo, 15 ml 63,3% nitrat kislota va 20 ml 93% sulfat kislota bilan 1,5 soat davomida minus 3,5–7 °C oralig‘ida nitrolash bajarilgan; 21 ml prisadka olingan va konversiya 88% deb qayd etilgan [1].

6-jadval

195 °C gacha fraksiyani nitrolash bo‘yicha manbadagi 10-tajriba

Xomashyo	Miqdori	HNO_3	H_2SO_4	Davomiylik	Harorat	Prisadka unumi	Konversiya
195 °C gacha fraksiya	26 ml	15 ml (63,3%)	20 ml (93%)	1,5 soat	−3,5...7 °C	21 ml	88%

Shu nuqtada texnologik xulosa chegarasi aniq: ma’lum bir nitrolash tajribasida 88% konversiya qayd etilgan bo‘lsa-da, 195 °C gacha fraksiyaning boshlang‘ich kub qoldiqdan massaviy chiqimi, fraksiyalash uchun issiqlik/energiya sarfi, tozalash yo‘qotishlari va to‘liq moddiy balans manbada yetarli darajada ochilmagan. Demak, tarkibning boyishi va alohida sintez tajribasi istiqbolni ko‘rsatadi, ammo jarayonning sanoat miqyosidagi iqtisodiy yoki energetik samaradorligini mustaqil isbotlamaydi.

Setan soniga oid natijaning kelib chiqishini aniqlashtirish uchun oldingi noaniq grafik olib tashlandi. Uning o‘rniga dissertatsiyaning 4.2-jadvalidagi aniq doza–natija juftligi keltirildi. Mazkur jadvalda sintez qilingan SSOP 0,1 mass.% va 0,5 mass.% miqdorlarda qo‘llangan namunalarda setan soni mos ravishda 51 va 55,1 birlik sifatida berilgan [1].

7-jadval

Dissertatsiyadagi muayyan SSOP dozalari va qayd etilgan setan soni [1]

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.107

SSOP miqdori, massa %	Setan soni, birlik
0,1	51,0
0,5	55,1

Ushbu qiymatlar uchun takrorlar soni, standart og‘ish va ishonch oralig‘i ko‘rsatilmagan. Shu sababli ular alohida manba tajribalarining nuqtaviy qiymatlari sifatida keltiriladi.

Xulosalar. Butil spirtlari ishlab chiqarish kub qoldig‘i ko‘p komponentli kislorodli organik oqim bo‘lib, [1] ma’lumotlariga ko‘ra uning tarkibida spirtlar 55,79%, efirlar 41,43% va ketonlar 2,78% ni tashkil etadi. 195 °C gacha fraksiyada spirtlarning nisbiy ulushi 66,46% gacha oshgan; spirtlar uchun hisoblangan nisbiy boyish koeffitsiyenti 1,191, efirlar uchun 0,810 ga teng.

Individual komponentlar bo‘yicha butanol-1 (K≈2,42) va 2-metilbutanol-1 (K≈1,66) nisbatan kuchli boyigan. Bu natijalar fraksiyalash keyingi kimyoviy modifikatsiya uchun tarkibni ma’lum darajada qulaylashtirishi mumkinligini ko‘rsatadi, biroq foiz tarkibning o‘zgarishi selektiv ajralish yoki to‘liq mahsulot chiqimi bilan aynan bir tushuncha emas.

Dissertatsiyadagi 195 °C gacha fraksiya bilan bajarilgan aniq nitrolash tajribasida 21 ml mahsulot va 88% konversiya qayd etilgani texnologik istiqbol uchun dalil beradi. Shu bilan birga, fraksiyalash chiqimi, to‘liq moddiy va energiya balansi mavjud bo‘lmagani sababli sanoat samaradorligi bo‘yicha yakuniy xulosa chiqarish uchun qo‘shimcha tajriba zarur.

Setan soni bo‘yicha natijalar endi muayyan manba tajribasiga bog‘landi: [1] dagi 4.2-jadvalda SSOP 0,1 va 0,5 mass.% dozalarda qo‘llanganda mos ravishda 51 va 55,1 birlik qayd etilgan. Kelgusida ushbu natijalar bir xil bazaviy yoqilg‘i, nazorat namunasi, kamida uch takror, statistik ishlov, ASTM D613-26 bo‘yicha setan soni va ASTM D6079-26 bo‘yicha HFRR sinovi bilan tasdiqlanishi, shuningdek to‘liq moddiy-energetik balans va iqtisodiy baholash bilan to‘ldirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rabbimov J.Sh. Mahalliy xomashyolardan dizel yoqilg‘ilari setan sonini oshiruvchi prisadkalarni olish texnologiyasini ishlab chiqish. PhD dissertatsiyasi. Buxoro, 2025. §2.1–§2.4, 2.1–2.9-jadvallar, xulosalar.

2. ASTM International. ASTM D613-26: Standard Test Method for Cetane Number of Diesel Fuel Oil. 2026. DOI: 10.1520/D0613-26. https://store.astm.org/d0613-26.html

3. Kuszewski H. Effect of adding 2-ethylhexyl nitrate cetane improver on the autoignition properties of ethanol–diesel fuel blend – Investigation at various ambient gas temperatures. Fuel. 2018;224:57–67. DOI: 10.1016/j.fuel.2018.03.084.

4. Kuszewski H., Jaworski A. Investigating the Effect of 2-Ethylhexyl Nitrate Cetane Improver (2-EHN) on the Autoignition Characteristics of a 1-Butanol–Diesel Blend. Energies. 2024;17(16):4085. DOI: 10.3390/en17164085.