

УДК 665.637.6.092.5; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-6.16>

<https://orcid.org/0000-0002-4265-0429>

<https://orcid.org/0000-0001-7913-7453>

ИЗОМЕРЛЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ШИКІЗАТ БАЗАСЫН ҰЛҒАЙТУ ЖӘНЕ ӨНІМ САПАСЫН ЖОҒАРЛАТУ МАҚСАТЫНДА ЖҮРГІЗІЛГЕН ІС-ТӘЖІРИБЕЛІК СЫНАМА НӘТИЖЕСІ



Б.Ж. ИСКЕНДИРОВ,
докторанты



Г.Ф. САГИТОВА,
техника ғылымдарының
кандидаты, профессор,
guzalita.f1978@mail.ru

М. ӨУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тауке хан даңғылы, 5

Ұсынылып отырған мақалада пентан-гексан көмірсутектерді изомерлеу арқылы изомеризаттың октан санын жоғарлату және қондырғының шикізат көлемін ұлғайту жолдары ұсынылған.

Елімізде мұнай өнімдеріне қойылатын талаптардың заманауи тұрғыда өзгерісі және ел аумағындағы мұнай өңдеу орындарының даму бағытын үйлестіру мен мұнай өнімдерінің сапалық деңгейін жоғарлату үшін әлемдік деңгейінде тиімділік көрсете алған түрлі мақсаттағы сутектен тазалау, алкилдеу, каталитикалық крекинг, каталитикалық риформинг, изомерлеу секілді жаңа технологияларды қолдану жаңа заманның бұлжымас қағидасына айналып отыр.

ТМД елдері МӨЗ соңғы он жыл ішінде көнерген және ескірген қондырғыларды шет ел және алыс шет елдерде өндірілген жаңа қондырғыларға алмастыру мен көлік отындары бойынша еуропалық сапаға өтуге деген талпынысы өз елімізде мұнай шикізаттарын өңдеудің жаңа әдістерін қолданумен қатар отандық жаңа әдістерді ұсынуға мүмкіндік ашты. Баяндалғалы тұрған технологиялық әдіс іс-жүзінде жұмыс жасап тұрған изомерлеу қондырғысын жетілдіруге бағытталған және сынама жұмыстары зауыттың орталық зертханасында орындалып, аталған өндірісте тәжірибеден өткен. Өндіріске және аталған технологиялық әдіске қатысты сай-қилы бағыттағы зерттеу жұмыстарына аталған зауыттың жоғары білікті мамандарының қатысуымен орындалды.

МӨЗ түрлі бағытта зерттеу жұмыстарын жүргізуге елімізде ғылыми-зерттеу институттары мен орталықтарының аздығы және өндіріс пен ғылыми-зерттеу орталығы арасындағы ғылыми-іскерлік қарым-қатынастың әлсіздігі және жекелеген авторлардың ойлап тапқан жаңа әдістеріне қаржы құйып қолдау көрсететін қаржылық компаниялардың қызығушылықтарының әлсіздігі айтарлықтай кедергі болып отыр.

Орындалуға тиісті сынама жұмыстары Шымкент МӨЗ-ның («ПетроКазахстанОйл-Продукт» ЖШС) кешенді қондырғысы болып табылатын ЛК-бу (Ленинградтық кешенді – 6 млн., жетілдірілген) қондырғысы құрамына енетін жылдық қуаты 600 мың т/ж. болатын «жеңіл нафтаны изомерлеу» қондырғысында жүргізілді.

Тәжірибе жүргізудің негізгі мақсаты іс-жүзінде жұмыс жасап тұрған изомерлеу қондырғысының шикізатын даярлайтын сплиттер блок колоннасының температуралық режимі мен зауыт ішіндегі қондырғылар есебінен оның шикізат көлемін ұлғайту жолымен Еуро-4 және Еуро-5 талаптарына жауап беруге қауқарлы жоғары сапалы бензин алу.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: МӨЗ, ЭСТҚ-АҚ, ЛК-бу, сынама, сплиттер, жеңіл нафта, температуралық режим, химиялық құрам, изомерлеу қондырғысы, реактор, Еуро-4 және Еуро-5, С₅ - С₆, Honeuwell компаниясы, UOP компаниясы, секция – 700, K-205.

РЕЗУЛЬТАТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРАЦИИ

Б.Ж. ИСКЕНДИРОВ, докторант,

Г.Ф. САГИТОВА, кандидат технических наук, профессор, guzalita.f1978@mail.ru

ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.АУЭЗОВА
Республика Казахстан, 160016, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5.

Предложены способы повышения октанового числа изомеризата и увеличения объема сырья установки путем изомеризации пентан-гексановых углеводородов.

Современные изменения требований к нефтепродуктам в стране и координация направления развития нефтеперерабатывающих заводов страны и повышение уровня качества нефтепродуктов, использование новых технологий, таких как водородная очистка, алкилирование, каталитическое крекинг, каталитический риформинг, изомеризация и т. д. становятся принципиально важным звеном нефтепереработки.

За последние десять лет усилия стран СНГ по замене старого и устаревшего оборудования новым, произведенным за рубежом и в дальних странах, а также переход к европейскому качеству транспортного топлива позволили использовать новые методы переработки нефтяного сырья в нашей стране, а также предложить новые отечественные методы. Описываемый технологический метод направлен на совершенствование работающей на практике установки изомеризации, опытно-испытательные работы проводились в центральной лаборатории завода и апробировались на указанном производстве. Соответствующие научно-исследовательские работы, связанные с производством и указанным технологическим методом, проводились с участием высококвалифицированных специалистов указанного завода.

Отсутствие в стране научно-исследовательских институтов и центров, слабость научно-деловых связей между промышленностью и исследовательским центром, а также слабость заинтересованности финансовых компаний, поддерживающих новые методы, изобретенные новшество отдельными авторами, являются существенным препятствием для проведения исследований в различных направлениях.

Испытательные работы осуществлялась на установке «изомеризация легкой нефти» годовой мощностью 600 тыс. т/год, входящий в состав комплексной установкой ЛК-6у, являющегося комплексной установкой Шымкентского НПЗ (ТОО «Петро Казахстан Оил Продактс»).

Основная цель эксперимента – получение высококачественного бензина, отвечающего требованиям Евро-4 и Евро-5, за счет увеличения объема сырья и температурного режима колонны сплиттера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НПЗ, ЭЛОУ-АТ, ЛК-6У, проба, сплиттер, легкая нефтя, температурный режим, химический состав, установка изомеризации реактор, Евро-4 и Евро-5, C₅ - C₆, компания Honeywell, компания UOP, секция – 700, К-205.

RESULT OF EXPERIMENTAL TESTS CONDUCTED TO EXPAND THE RAW MATERIAL BASE AND IMPROVE THE QUALITY OF ISOMERATION PLANT PRODUCTS

B.ZH. ISKENDIROV, doctoral student,

G.F. SAGITOVA, candidate of technical sciences, professor,
guzalita.f1978@mail.ru

SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY NAMED AFTER M. AUEZOV,
160016, Kazakhstan, s. Shymkent, Tauke Khan avenue 5.

This article proposes ways to increase the octane number of the isomerate and increase the volume of plant feedstock by isomerizing pentane-hexane hydrocarbons.

Modern changes in requirements for petroleum products in the country and coordination of the direction of development of the country's oil refineries and improving the quality of petroleum products, the use of new technologies such as hydrogen purification, alkylation, catalytic cracking, catalytic reforming, isomerization, etc. are becoming a fundamentally important link in oil refining.

Over the past ten years, the efforts of the commonwealth of Independent States countries to replace old and obsolete equipment with new ones produced abroad and in distant countries, as well as the transition to European quality of transport fuel, have made it possible to use new methods of processing petroleum raw materials in our country, as well as to offer new domestic methods.

The described technological method is aimed at improving the isomerization unit operating in practice; experimental and testing work was carried out in the central laboratory of the plant and tested in the specified production. Relevant research work related to production and the specified technological method was carried out with the participation of highly qualified specialists from the specified plant.

The lack of research institutes and centers in the country, the weakness of scientific and business ties between industry and the research center, as well as the weak interest of financial companies supporting new methods invented by individual authors are a significant obstacle to conducting research in various directions.

Test work was carried out at the "light naphtha isomerization" installation with an annual capacity of 600 thousand tons/year, which is part of the integrated installation LK-6u, which is an integrated installation of the Shymkent Refinery (Petro Kazakhstan Oil Products LLP).

The main goal of the experiment is to obtain high-quality gasoline that meets Euro-4 and Euro-5 requirements by increasing the volume of raw materials and the temperature regime of the splitter column

KEY WORDS: Oil refinery, ELOU-AT, LK-6u, try, splitter, light naphtha, temperature regime, chemical composition, isomerization unit, peaktop, Euro-4 and Euro-5, C₅ - C₆, Honeywell company, UOP company, section – 700, K-205.

К іріспе. Елімізде мотор отындарына қойылатын техникалық сапа талаптарының жоғарлауымен қатар оны өңдейтін технологиялық қондырғыларды жетілдіру мен үдерістерді қарқындету, сәйкесінше олардан қоршаған ортаға бөлінетін уытты заттарды шектеу мен болдырмау индустрияның басты талаптарына айналып отыр. Осыған байланысты ҚР аумағында орналасқан бұрынғы МӨЗ мен кейінгі жылдары соғылған немесе соғылуы міндетті кез - келген мұнай өңдеу және мұнайхимия өндірістері бұрынғы МӨЗ үшін технологиялық қондырғыларды жетілдіруге, жаңа МӨЗ немесе МХЗ құрамында заман талаптарына сай келетін, өңдеудің жаңа әдістерімен қамтылған каталикалық крекинг, гидрокрекинг, алкилдеу, каталикалық риформинг, изомерлеу сияқты мұнай шикізатын мейлінше терең өңдеуге қауқарлы құрал-жабдықтармен толығыуы міндеттеліп отырған жайы бар [1,2].

ҚР дамушы елдердің тізімінде өндірістік дамудың алдыңғы қатарында болмағанмен, әлемдік нарықта, халық-аралық бәсекеде өзіндік ламинарлы қозғалу динамикасына ие дамудың жолында. Ел экономикасын қос арыстай алға сүйрейтін екпінді күштің алғашқысы белсенді кәсіп иелері болса, келесісі біліктілігі жоғары басқарушылар қауымы. Аталған сала бойынша жақын және алыс шет елдерден қаржы көздерін тарту, жетілдірілген технологияларды тарту, олармен ұжымдасқан түрде белсенді жұмыс атқару, біліктілігі жоғары жергілікті мамандарды тарту көмегімен елдің әлеуметтік әлеуетін көтерудің маңыздылығы жоғары.

Қазақстан Республикасының жеңіл және ауыр өнеркәсіп бойынша дамуының сара жолына жер үсті және жер асты табиғи байлықтарын игеруге қажетті дамудың жүйелік кестесін қалыптастыру мен әлемдік нарықта тек өзімізге тиеселі экономикалық сүрлеуді айқындау жолымен бәсекеге төтеп беру.

Қазақ елінің бүгінгі бағыт-бағдары еліміздің мұнайшыларынан МӨЗ жетілдіру арқылы мотор отындарымен ішкі қажеттілікті қанағаттандыру және «шикізат орнына» дайын өнімдерді сыртқа шығару болып табылса керек. Мұнай өңдеу және мұнайхимия зауыттарын тиімді пайдалану үшін келесі шарттар орындалуы қажет [3-9]: шикі мұнай экспортын қысқартып, мұнайды мейлінше терең өңдеу мен мұнайхимия саласын дамыту; көнерген қондырғыларды жетілдіру мен мұнай шикізатын кешенді өңдеу; ғылыми-техникалық нәтижеге жұмыс жасайтын жаңа МӨЗ және МХЗ соғу; шикі мұнайды тасмалдау құбыр желістерінің жаңа бағыттарын жоспарлау мен мұнай өнімдерін сақтайтын ауқымды сыйымдылықтарды соғу; назарды шикі мұнайдан гөрі газ шикізатына аударып, елімізде газ химиясы саласын жетілдіру жатады [10].

Мұнай өңдеу және мұнай химия саласында қалыпты C_5 - C_6 көмірсутектерді өңдеу арқылы алуан түрлі өнім алуға болады, солардың бірі C_5 - C_6 көмірсутектерді изомерлеу көмегімен сапалы бензин алу. Қалыпты көмірсутектерден тармақталған көмірсутегі алудың қондырғысына изомерлеу қондырғысын жатқызуға болады. Оның шикізаты ретінде түрлі қондырғылардың жеңіл нафтасын қолануға болады, атап айтқанда каталикалық крекинг пен ЭСТҚ-АҚ-ның жеңіл нафтасын, термиялық крекинг пен гидрокрекинг қондырғыларының жеңіл нафтасын және т.б.. Қазіргі уақытта әлемде ұсынылып отырған үдеріс мұнай шикізатын терең өңдеудің міндетті шарты болып табылады [10-12].

Изомерлеу үдерісі алынатын изомеризат атомдары мен оның құрамындағы көмірсутегі топтарының өзгеше, яғни тармақталған байланысына көшкен өнім алы-

нады және ондағы топтық-көмірсутектік топ құрамы өзгергенмен изомеризаттың молекулалық массасы өзгермеді.

Жеңіл нафта құрамында болатын жағымсыз ароматты, нафтенді және т.б. көмірсутектер изомерлеу үдерісі кезінде түрленуге ұшырап, изомеризаттың сапа көрсеткішіне айналады [13,14].

Изомерлеу қондырғысына келіп түсетін жеңіл нафта құрамында кейде олефин көмірсутектер болу ықтимал, олар гидрлену нәтижесінде толығымен жойылып, изомеризат компоненттерінің біріне айналады.

Изомерлеу үдерісін зерттеу және құрастырумен 1960 жылдан бастап айналысатын басты өндірушісі Honeywell компания бөлімшесі – UOP.

Аталған компания ойлап тапқан технологияның өзгешелігіне изомерлеуден бөлек, сұйық орталы молекулалық сүзгідегі таңдамалылығы жоғары адсорбция үдерісін айтуға болады, ол қалыпты көмірсутектердің түрленуін жылдамдатып, изомеризаттың уақыттан тыс жарылу қабілетін жояды [15].

Шымкент МӨЗ («Петро Казахстан Оил Продактс» ЖШС) ЛК-6у кешені қондырғы құрамына кіретін жеңіл нафтаны изомерлеу үдерісі құрамында келесі блоктар бар:

- изопентан алу колоннасы – деизопентанизатор;
- қалыпты парафинді изомерлеу реакторы;
- жартылай дайын өнімді тұрақтандыру колоннасы;
- изогександы бөлу колоннасы - деизогексананизатор;
- депентанизатор – өзгеріске ұшырамаған пентанды реакторға кері қайтару және дайын өнім алу;
- скруббер – сутек құрамды және көмірсутекті газдарды сілтімен тазарту колоннасы.

Ұсынылып отырған жұмыста изомерлеу қондырғысында жоғары октанды экологиялық таза бензин алу мақсатында жүргізілген сынақ нәтижелері келтірілген [16].

Материалдар мен зерттеу әдістері. Ұсынылған жұмыстың зерттеу нысанына изомерлеу қондырғысының шикізаты пентан-гексан фракция құрамы, оның шикізат көздері мен көлемі, сонымен қоса сплиттер колоннасының технологиялық режим өзгерісі жатады.

Шымкент МӨЗ («Петро Казахстан Оил Продактс» ЖШС) ЛК-6У кешенді қондырғы құрамындағы өнімділігі 60-82 м³/сағ. құрайтын экологиялық таза жоғары октанды бензин алу бағытындағы жеңіл нафтаны изомерлеу қондырғысында өндірістік жағдайда іс-тәжірибелік сынақ жүргізілді. Шикізат және өнімнің химиялық құрамын анықтау мақсатында келесі әдістер қолданылды: сұйықты хроматография; тығыздықты анықтау, кинематикалық тұтқырлық, кинетикалық тұрақтылық, ультракүлгінді сәуле, инфроқызыл сәуле және т.б..

Шикізат пен өнімнің барлық құрылымдық және химиялық талдаулары (Петро Казахстан Оил Продактс» ЖШС орталық зерттеу зертханасында жүргізілді.

Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты ЛК-6У кешен құрамындағы өнімділігі 60-83 м³ болатын изомерлеу қондырғысынан Еуро-4 және Еуро-5 шартарына сай жоғары октанды бензин алу.

Алғаш рет өндірістік жағдайда жоғары октанды алу мақсатында қуаты 600 мың т/ж құрайтын изомерлеу қондырғысында іс-тәжірибелік сынақ жүргізілді. Сынақ жүргізу барысында берілген изомерлеу қондырғысы тұрақты жұмыс режимде болды.

Ұсынылған жұмыс нәтижелерін ҚР аумағында орналасқан МӨЗ кешен құрамындағы изомерлеу қондырғыларына ендіруге және аталған қондырғыларды жобалау барысында тиімді нәтижелер алу мақсатында қолдануға болады [17].

Нәтижелер мен талқылаулар. Каталитикалық изомерлеу үдерісінің қалыпты жүруі үшін шикізат сапасы аса маңызды. Егер изомерлеу қондырғысы шикізаты құрамында бутан (4% жоғары) және изопентан мөлшері шектен жоғары болса, аталған көмірсутектер бейтарап қасиет көрсететін болғандықтан көмірсутектердің тармақталуының төмен нәтижесін көрсетеді. Шикізат құрамында гексан көмірсутектердің мөлшерінің артуы (2% масс. жоғары) қажетсіз жанама гидрокрекинг реакциясын жандандырып, катализатордың кокстеліну қаупін тудырады және газды көмірсутектердің бөлінуін ұлғайтып тұрақтандыру колоннасын тұншықтырады, ал олефин көмірсутектердің көп болуы (2% масс. жоғары) катализаторды белсенділіктен айырумен қатар полимерленуге ұшырап, катализатордың белсенді орталарын жабады. Шикізат құрамында сақиналы пентан, метилциклопентан, сақиналы гексан және (2% масс. жоғары) бензол көмірсутектердің артуы гидрлеу және бейгидрлену барысында сутегі шығынын арттырып, өнімнің октан санын төмендетеді [18,19].

Сынақ жүргізуге дейін сплиттер колоннасы (каталитикалық риформинг және каталитикалық изомерлеу қондырғылары шикізаттарын дайындайтын басты ректификациялық колонна) шикізатына ЭСТҚ-АҚ-ның сутекпен тазартылған тікелей айдалған бензин фракциясы қабылданды. Төменде сплиттер режимі келтірілген.

Кесте 1 – Сплиттер режимі (каталитикалық риформинг және каталитикалық изомерлеу қондырғылары шикізаттарын дайындайтын басты ректификациялық колонна)

Аталуы	Фракциялар	Көлемі, м ³ /сағ.	Концентрлі бөлік температура-сы, °С	Қысымы, кг/см ² ;	Куб бөлік температура-сы, °С	Қысымы, кг/см ² ;
Шикізат	28-185°С	263	93	2,06	163	2,33
Жеңіл нафта		83				

Сплиттер (К-205) колоннасы каталитикалық рифоринг қондырғысының алғашқы блогына жатады, аталған колонна каталитикалық рифоринг және каталитикалық изомерлеу қондырғыларына шикізат дайындайды, яғни сплиттердің үстіңгі концентрлі бөлігінен буланып шыққан фракция жеңіл нафта изомерлеу қондырғысы шикізаты болса, оның астыңғы куб бөлігінен бөлінген ауыр нафта каталитикалық риформинг қондырғысының шикізаты болып табылады.

Аталған режим барысында жеңіл нафтаньң бөліну көлемі - 60-83 м³/сағ. құрады және изомерлеу қондырғысына еніп жатқан жеңіл нафтадан жиі-жиі сынама (кесте 2) алынып тұрды.

Төменде сплиттердің (К-205) үстіңгі бөлігінен шығып жатқан изомерлеу қондырғысы шикізаты болып табылатын жеңіл нафтаньң құрамы ұсынылған.

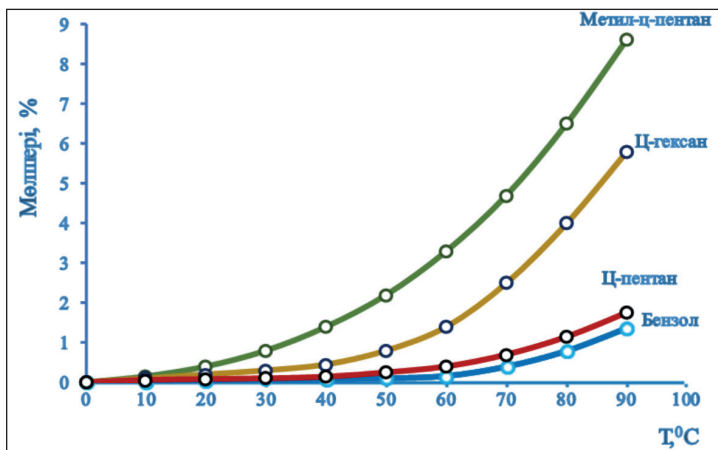
1 суретте сплиттер колоннасынан (К-205) буланған жеңіл нафта құрамындағы зиянды көмірсутектердің (% көл.) мөлшері ұсынылған.

Жоғарыдағы 1 суретте жеңіл нафта құрамында зиянды көмірсутегі мөлшері көп екендігін көреміз.

Осы жағдайдағы изомерлеу қондырғысының Р-701 реакторы мен Р-702 реакторының темпратуралық айырымдары шамамен 100С температураны көрсетті, яғни бұл Р-701 реакторында гидрокрекинг реакциясы жүріп жатқандығын айғақтайды.

Кесте 2 – Изомерлеу қондырғы шикізаты жеңіл нафта құрамы

Тығыздығы, кг/м ³	Ароматты көмір-тер	I-парафинді көмір-тер	Қ-парафинді көмір-тер	Нафтенді көмір-тер	Олефин көмір-тер						
669	1,38	37,31	45,67	16,17	0,01						
Σ:	100%										
химиялық құрамы, % (көл.)											
қ-Бутан	Изопентан	қ-Пентан	цикло-Пентан	Бензол	Метилциклопентан	қ-Гептан	цикло-Гексан	2,2-димтилбутан	2,3-димтилбутан	2-метилпентан	3-метилпентан
0,06	14,36	22,29	1,76	1,38	8,61	23,87	5,8	0,63	1,81	11,98	7,51
Σ:	100%										



Сурет 1 – Каталитикалық изомерлеу қондырғысы шикізатының химиялық құрамы

Осы температуарлық режим және шикізат бойынша алынған изомеризаттың октан саны 90 пунктты құрады.

Өнім сапасын жоғарлату мақсатымен сплиттер (К-205) колоннасының жоғарғы бөлігінің температурасын 93⁰ С-тан 82-85⁰ С түсіруге шешім қабылданды және шикізаттың сплиттерге берілу көлемі өзгеріссіз 263-265 м³/сағ. қалды.

Төменде сплиттердің өзгертілген температуралық режимі ұсынылған.

Кесте 3 – Өзгертілген сплиттер режимі

Атауы	Көлемі, м ³ /сағ.	Жоғарғы бөлік температурасы, °C	Қысымы, кг/см ² ;	Куб бөлік температурасы, °C	Қысымы, кг/см ² ;
Шикізат	263	83	1,85	152	2,1
Жеңіл нафта	72				

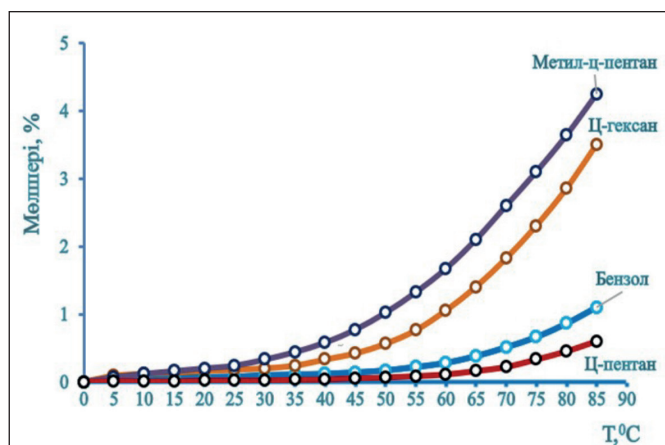
3 кестеден жеңіл нафта көлемінің төмендегенін байқауға болады және жеңіл нафтадан жиі-жиі сынама алынып, оның нәтижелері төменде (кесте 4) берілді.

Кесте 4 – Жеңіл нафтаньң топтық-көмірсутектік және химиялық құрамы

Тығыздығы, кг/м ³	Ароматты көмірсутектер	i-Парафинді көмірсутектер	қ-Парафинді көмірсутектер	Нафтенді көмірсутектер	Олефин көмірсутектер						
668	1,01	41,45	49,18	8,35	0,01						
Σ:	100										
Химиялық құрамы, % (көлемдік)											
қ-Бутан	Изопентан	қ-Пентан	цикло-Пентан	Бензол	Метилциклопентан	қ-Гептан	цикло-Гексан	2,2-диметилбутан	2,3-диметилбутан	2-метилпентан	3-метилпентан
0,11	18,0	23,53	0,6	1,1	4,25	23,76	3,5	1,4	2,05	13,8	7,9
Σ:	100%										

4 кестеден жеңіл нафтаньң химиялық және топтық көмірсутектік құрамы өзгеріске ұшырағанын, яғни шикізат сапа көрсеткіштері болып табылатын пентан, изопентан және гександы көмірсутек мөлшерінің ұлғайғап, ал зиянды циклопентан, бензол, метилциклопентан және циклогександы көмірсутек мөлшерінің төмендегенін байқаймыз. Изомерлеу процесінде шикізат сапасының маңызы орасан, өйткені сапалы шикізат изомерлеу реакциясының терең жүруін қамтып, ондағы катализатордың жұмыс жасау уақытын ұзартады.

2 суретте сплиттер температуралық режимі өзгерісінен кейінгі жеңіл нафта құрамы (% көлем.) берілген.



Сурет 2 – Жеңіл нафта құрамының өзгеруі

2 суретте көріп отырғанымыздай, сплиттер колоннасының концентрлі бөлік температуралық режимін өзгерткеннен кейін изомерлеу қондырғы шикізаты жеңіл нафтаньң құрамы айтарлықтай өзгеріске ұшырады, дегенмен сплиттердің қалып-

ты жұмыс жасауы кезінде, изомерлеу қондырғысына түсіп жатқан жеңіл нафта көлемінің төмендегенін байқауға болады, дей тұрғанмен изомерлеу қондырғысы реакторында жүретін изомерлеу реакциясы тереңдігі артып, үдеріс жұмсақ жағдайда өтті, оны қос реактордың (P-701 және P-702) температуралық айырымы 6-7°C болғанынан байқаймыз.

Каталитикалық изомерлеу қондырғысының шикізат көлемі айтарлықтай төмендеуі себепті оны толықтыру мақсатында «газдарды фракцияға бөлу» (бұдан әрі ГФБ) қондырғысының соңғы өнімі пентан-изопентан фракциясын қолдануға шешім қабылданды. ГФБ қондырғысы ЛК-6У кешенді қондырғысының бір блогына жатады, аталған блогынан төмендегідей өнімдер алынады:

- а) Құрғақ газ – 10000 м³;
- ә) Пропан-бутанды қоспа (жазғы) – 1900 м³;
- б) Техникалық бутан – 23400 м³;
- в) Пентан-изопентан фракциясы – 26000 м³.

Төменде (кесте 5) ГФБ қондырғысы өнімі пентан-изопентан фракциясының химиялық құрамы келтірілген.

Кесте 5 – Пентан-изопентан фракциясының химиялық құрамы

Құрамы, % (көлем.)			
қ-Бутан	Пентан	Изопентан	цикло-Пентан
0,01	53,49	46,49	0,01
100			

Кестеде ұсынылған сапа көрсеткіштеріне орай, изомерлеу қондырғысы шикізаты мөлшерін арттыру мен оның сапасын жоғарлату мақсатында ГФБ қондырғысының соңғы өнімі петан-изопентан фракциясын шикізат ретінде қолдану өз тиімділігін көрсетті.

Каталитикалық изомерлеу қондырғысының кезекті мәселесі онда реагент ретінде қолданылатын сутек құрамды газ (бұдан әрі СҚГ). Сынамаға дейін аталған қондырғы каталитикалық рифоринг қондырғысының СҚГ қолданып келген. Сплиттер колоннасының (К-205) температуралық режимін түзетуге дейін изомерлеу қондырғысы каталитикалық риформинг қондырғысынан шығатын СҚГ жұмыс жасады, сплиттер колоннасындағы өзгерістен кейін таза сутегі қолдануға шешім қабылданды.

Төменде өзгеріске дейінгі изомерлеу қондырғысының реакторына берілетін каталитикалық риформинг қондырғысынан алынған СҚГ химиялық құрамы (кесте 6) ұсынылған.

Кесте 6 – Изомерлеу қондырғысы реакторлар жүйесіне берілетін СҚГ құрамы

СҚГ құрамы	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	ИЗО- C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
	81,7	8,0	4,8	3,9	1,1	0,4	0,1
Σ: % (көлем.)	100						

Кестеде көріп отырғанымыздай, СҚГ сапасы төмен болғандықтан, оны ЛК-6у кешенді қондырғы құрамында жұмыс істейтін «қысқа тұйықталған абсорбция» (бұдан әрі ҚТА) қондырғысынан шығатын таза сутегімен алмастырдық.

Төменде өзгерістен кейінгі изомерлеу қондырғысының реакторлар жүйесіне берілетін ҚТА қондырғысына шығатын таза сутегінің (кесте 7) химиялық құрамы ұсынылған.

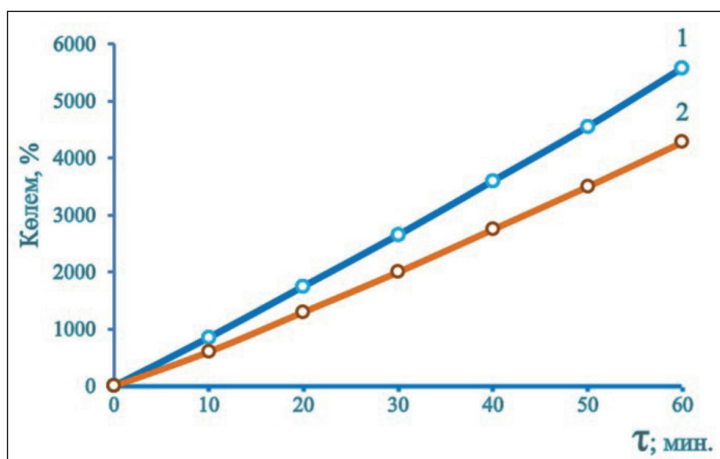
Кесте 7 – Изомерлеу қондырғысының реакторлар жүйесіне берілетін таза сутегі құрамы

H ₂ құрамы, % (көлем.)	H ₂	CH ₄
	99,99	0,01

Сутегі айналымы жоқ каталитикалық изомерлеу қондырғысына 99,99% таза сутегі беру реакция аумағында сутегі мен көмірсутегі молекулалары арасындағы сутегі жетіспеушілігін толықтырып, реакция тепе-теңдігін теңестіреді. Реакция барысында сутегі жетіспеушілігі ондағы көмірсутектерде π-байланыстарын ұлғайтып, полимерлердің түзілуімен қышқылды орта белсенділігін толығымен оқшаулайды. Артық сутегі мөлшері изокұрылымды көмірсутектерден гөрі газды көмірсутегі мөлшерін ұлғайтып, гидрокрекинг реакциялар жүруін қамтамасыз етіп, мақсатты өнімдердің көлемдік азаюына алып келеді.

Процеске өзгеріс ендіргеннен кейінгі изомерлеу қондырғысы реакторлар блогына берілетін СҚГ және H₂ (сурет 3) тұтыну мөлшері ұсынылған.

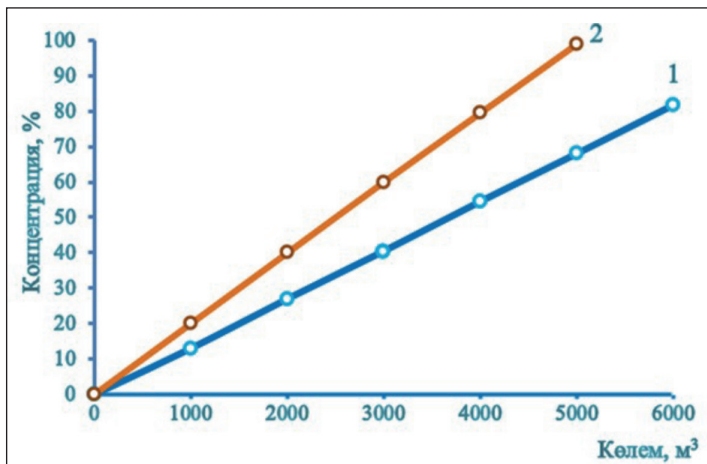
3 суретте изомерлеу қондырғысы реакторлар блогының СҚГ және H₂ тұтыну мөлшері жайлы мағұлмат келтіріледі.



Сурет 3 – Изомерлеу қондырғысының СҚГ тұтыну мөлшері
1 – өзгеріске дейінгі СҚГ мөлшері; 2 – өзгерістен кейінгі таза H₂ мөлшері

3 суреттен изомерлеу қондырғысының СҚГ тұтыну мөлшерінің айтарлықтай төмендегенін көруге болады. Өзгеріске дейін изомерлеу қондырғысына берілген СҚГ тұтыну мөлшері 4070-5580 нм³/сағ. құраса, өзгеріс ендірілгеннен кейінгі СҚГ тұтыну мөлшері 3900-4580 нм³/сағ. құрады, аталған құбылыс СҚГ тұтыну шығынының төмендегендігін айғақтайды және таза сутегі қатысында изомерлеу реакциясы терең және жұмсақ жүретіндігін дәйектейді. Аталған мәліметтер СҚГ зауыт көлемінде үнемдеуге мүмкіндік береді.

Төменде каталитикалық изомерлеу қондырғысына берілген СҚГ және таза H₂ концентрацияларының өзгерісі ұсынылған.



Сурет 4 – Каталитикалық изомерлеу қондырғысына берілген СҚГ және H_2 концентрацияларының өзгерісі.

1 – өзгеріске дейінгі СҚГ концентрациясы; 2 – өзгерістен кейінгі H_2 концентрациясы

4 суретте көріп отырғанымыздай құрамы 81,7% сутегіден тұратын СҚГ-ды құрамы 99,99% таза H_2 тұратын реагентпен алмастырдық. Құрамы метан, этан, пропан және бутаннан тұратын СҚГ сутегі концентрациясын төмендетіп, катализатор бетінде гидравликалық кедергілерді туғызып, изомерлеу реакциялардың жүру жылдамдығын баяулатады. Таза H_2 тұратын реагент изомерлеу реакциясының жұмсақ жүруін қамтамасыз етіп, изомерлеу реакциясының тереңірек жүруіне өз септігін тигізеді.

Осылайша, каталитикалық изомерлеу қондырғысына берілетін сапасыз СҚГ-ды ҚТА қондырғысының таза H_2 алмастырып, изомерлеу реакциясының терең, әрі жұмсақ жүруіне жағдай жасадық.

Изомерлеу қондырғысының келесі маңызды мәселесі, ол – реактор бойында реакцияға толығымен түспеген көмірсутектер. Аталған ауыр көмірсутектер шоғыры изомерлеу қондырғысының диизогексанизатор (бұдан әрі ДИГ) колоннасының (К-704) куб бөлігіне 4500-5000 м³/сағ. көлемде жиналып, бұдан әрі тауарлы – шикізат цехына (бұдан әрі ТШЦ) тауарлы изомеризатпен араластырылуға жіберілетін болған, ол өз кезегінде тауарлы изомеризаттың октан санын айтарлықтай (октан саны 55-60) төмендетіп отырған. Өзгеріс енгізуге байланысты К-704 колоннасының куб бөлігіндегі атаулы ауыр көмірсутектер шоғыры оны каталитикалық риформинг қондырғысының шикізаты ретінде қолдану үшін сплиттер (К-205) колоннасына бағытталды. Аталған көмірсутектер шоғыры сплиттер колоннасының куб бөлігінде қалып, ол жерден ауыр нафтаны байыта отырып, каталитикалық риформинг қондырғысының шикізатына айналды.

Төменде ДИГ колоннасының куб бөлігі өнімінің сарпатамасы (кесте 8) ұсынылған.

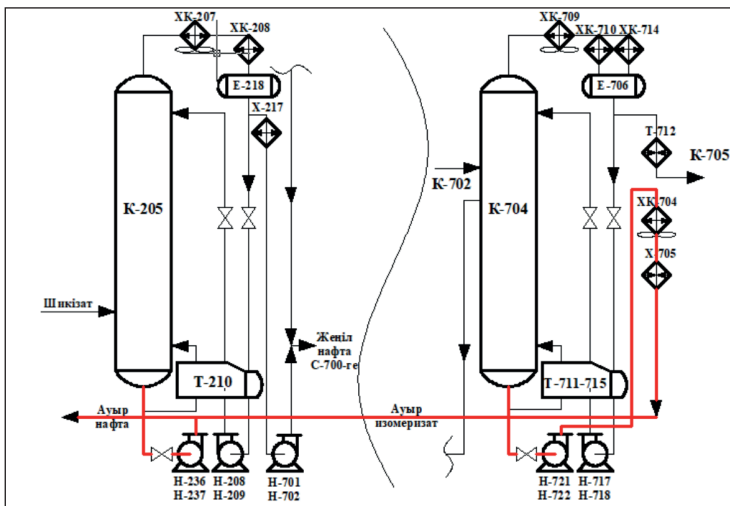
Жоғарыдағы кестеден байқағанымыздай, ДИГ колоннасының куб бөлігінен шыққан өнімдер ауыр көмірсутектерге жататын болғандықтан ол тауарлы изомеризаттың октан санын төмендетеді, яғни зауттың орталық зертхана сынама мәліметі

Кесте 8 – ДИГ колоннасының куб бөлігі өнімінің құрамы

Тығыздық, кг/м ³	Ароматты көмірсутектер	i-Парафинді көмірсутектер	қ-Парафинді көмірсутектер	Нафтенді көмірсутектер	Олефин көмірсутектер		
752	0,13	15,5	9,4	74,68	0,29		
Σ:	100% (көлем.)						
Химиялық құрамы, %							
Бензол	Метилциклопентан	2,2-димтилбутан	2,3-диметилбутан	2-метилпентан	3-метилпентан	қ-Гексан	қ-Гептаны
14,46	4,39	0,1	0,78	3,45	3,53	5,13	68,16
Σ:	100% (көлем.)						

бойынша оның октан саны 55 - 60 пункт. Осыған орай, аталған изомеризатты каталикалық рифоринг қондырғысының шикізаты ретінде қолдану тиімдірек болып отырған жайы бар. Сондықтан бұл өнімді немесе көлемі 4500-5000 м³ құрайтын ДИГ колоннасының куб бөлігінен шығып жатқан ауыр изомеризат құбыр желісін қолданыстағы Н-721-722 сораптар көмегімен сплиттер колоннасының (К-205) куб бөлігінде қосып, каталикалық рифоринг қондырғысының шикізат көлемін ұлғайттық.

Төменде ДИГ колоннасы куб бөлігі ауыр изомеризат құбыр желісі мен сплиттер колоннасы куб бөлігінен каталикалық рифоринг қондырғысы бағытына қарай шығып жатқан ауыр нафта құбыр желістерін қосудың тиімді технологиялық сұлбасы ұсынылған.



Сурет 6 – ДИГ колоннасы куб бөлігі ауыр изомеризаты мен сплиттер колоннасы куб бөлігі ауыр нафта фракциясы құбыр желістерін қосудың құрастырмалы сызбасы

Сплиттер жоғарғы бөлігі температуралық режиміне өзгеріс енгізбестен бұрын сплиттер колоннасына шикізат 263 м³/сағ. көлемде беріліп отырған, октан саны 55-60 пункт. Бұл жағдайда жеңіл нафта көлемі 60-83 м³/сағ. құраған, ал сплиттердің жоғарғы бөлігінің температуралық режимін өзгерерткен соң жеңіл нафтың көлемдік шығымы 60-72 м³/сағ. түскен, оны біз ГФБ қондырғысының 26 мың м³ пентан-изопентан өнімімен толықтырдық және Р-701 мен Р-702-дің температуралық айырымдары алғашқы 100С-тан 6-70С-қа төмендегенін көреміз.

Тәжірибе жүргізу барысында сплиттер колоннасының жоғарғы бөлігінің температурасын 93°С-тан 82°С, яғни 11°С төмендетілді, өйткені 90-93°С температурада шикізат құрамындағы жағымсыз көмірсутектердің булану мүмкіндігі жоғары.

Каталитикалық риформингтің сапасы төмен СҚГ газын ҚТА қондырғысының 99% таза Н₂ алмастырдық.

Көлемі 4500-5000 м³/сағ. болатын ДИГ колоннасының ауыр изомеризат пен көлемі 26 мың нм³ ГФБ қондырғысының өнімі пентан-изопентан фракциясын каталитикалық риформинг қондырғысына бағыттау, каталитикалық изомерлеу қондырғысынан шығатын тауарлы изомеризат көлемі мен оның октан санының жоғарлатуға мүмкіндік берді.

Нәтижесінде тауарлы изомеризаттың октан саны 90 пункттен 91÷92 пунктқа жоғарлады.

9,10 кестелерде іс-тәжірибе жүргізу барысында С-700 секцияның өзгеріске дейін және өзгерістен кейінгі орташа материалдық балансы ұсынылған.

Кесте 9 – Өзгеріс ендіргенге дейінгі каталитикалық изомерлеу қондырғысының орташа материалдық балансы

Атауы	Көрсеткіштер
Енгені:	% (көлем.)
Жеңіл нафта	100
СҚГ	6,7
Барлығы:	106,7
Шыққаны:	% (көлем.)
Тауарлы изомеризат	98,3
Көмірсутекті газ (КСГ)	8,4
Барлығы:	106,7

Кесте 10 – Өзгерістен кейінгі каталитикалық изомерлеу қондырғысының орташа материалдық балансы

Атауы	Көрсеткіштер
Енгені:	% (көлем.)
Жеңіл нафта	100
Н ₂	4,6
Барлығы:	104,6
Шыққаны:	% (көлем.)
Тауарлы изомеризат	99,9
КСГ	4,7
Барлығы:	104,6

Барлық өнімдер мен шикізаттардың орташа материалдық балансы өзгеріске дейін 106,7%, ал өзгерістен кейін -104,6% құрады.

Қорытынды. Каталитикалық изомерлеу қондырғысына сынамалық іс-тәжірибе жүргізу барысында келесі жетістіктерге қол жеткізуге мүмкіндік туды, яғни:


1) Сплиттер колоннасының температуралық режимін өзгерту нәтижесінде жағымсыз көмірсутектердің булану көлемі төмендеді.

2) Реактордағы каталитикалық изомерлеу реакциясының өзгеру тереңдігі жоғарлап, таза H_2 нәтижесінде химиялық реакцияның түрлену жолы жұмсарды.

3) ГБҚ қондырғысының соңғы өнімі C_5 -изо- C_5 арқасында каталитикалық изомерлеу қондырғысының шикізат базасын ұлғайтуға мүмкіндік туды.

3) ДИГ колоннасының куб бөлігінен шығатын сапасы төмен изомеризатты реакторға кері бағыттамастан оны каталитикалық риформинг шикізатына қосу арқылы каталитикалық риформинг қондырғысының шикізат сапасы мен көлемі артты.

5) Дайын изомеризат октан саны 90 пункттен 92 пунктке көтерілді.

6) Еуро-4, Еуро-5 экологиялық таза изомеризат сапасы мен көлемі артты. 

ӘДЕБИЕТ

- Капустин В.М., Гуреев Л.А. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы. - Москва: Колос, 2007. - 334 с. [Kapustin V.M., Gureev L.A. Oil refining technology. Part 2. Destructive processes. - Moscow: Kolos, 2007. - 334 p.]
- Капустин В.М., Рудин М.Г., Танашев С.Т. и другие. Химия и технология топлив и масел, 2013. - С.496. [Kapustin V.M., Rudin M.G., Tanashev S.T. and others. Chemistry and technology of fuels and oils, 2013. - P.496].
- Sagitova G.F., Kalmatayeva G.N., Sakibayeva S.A., Assylbekova D.D., Sadyrbayeva A.S., Shukhanova Zh.K. Modification of tyre rubber crumb with wastes of plant oil production// Advances in Polymer Technology Volume 2023, Article ID 6889286, 8 pages <https://doi.org/10.1155/2023/6889286>, p.1-8.
- Ainabekov N. B., Daurenbek N.M., Assylbekova D. D., Sadyrbayeva A.S., Takibayeva G. A. Modified Bitumen Materials from Kazakhstani Oilfield// Advances in Polymer Technology Volume 2024, Article ID 8078021, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2024/8078021>, p.1-10.
- Bestoon M. Faqi-Ahmed, Karzan A. Omar Comparative Study between Physical Properties of Virgin Oil and Re-Refining Oil// Access Library Journal Vol.4 No.2-February 20, 2017 DOI: 10.4236/oalib.1103393.
- F.I. Samedova, R.Z. Gasanova, A.M. Kasumova, S.Y. Rashidova, A.D. Kuliyeu, B.M. Aliyev, N. F. Kafarova Summary of the Monograph of F. I. Samedova "The Application of Supercritical Fluids in Petroleum and Oil Fractions Refining//Voice of the Publisher Vol.1 No.1, June 30, 2015 DOI: 10.4236/vp.2015.11003
- Emeka Emmanuel Okoro, Adewale Dosunmu, Kevin Igwilo, Paul A. L. Anawe, Angela O. Mamudu Economic Advantage of In-Country Utilization of Nigeria Crude Oil //Open Journal of Yangtze Oil and Gas Vol.2 No.4-October 30, 2017 DOI: 10.4236/ojogas.2017.24018.
- Musediq Adedoyin Sulaiman, Abayomi Olufemi Oni, David Abimbola Fadare Energy and Exergy Analysis of a Vegetable Oil Refinery //Energy and Power Engineering Vol.4 No.5, September 26, 2012 DOI: 10.4236/epe.2012.45047.
- Song Chen Green Oil Production by Hydroprocessing// International Journal of Clean Coal and Energy Vol.1 No.4-November 30, 2012 DOI: 10.4236/ijcce.2012.14005.
- Карабаев Ж.А., Капустин В. М., Танашев С.Т. и другие. Химия и технология топлив и масел. 2013, No 3(577), С.33-37. [Karabaev Zh.A., Kapustin V.M., Tanashev S.T. and others. Chemistry and technology of fuels and oils. 2013, No. 3(577), pp.33-37].
- Карабаев Ж.А., Капустин В.М., Танашев С.Т., и другие. Интенсификация вакуумной перегонки мазутаиз Кумкольской нефти за счет управления фазовыми переходами

- дисперсных систем нефти. Химия и технология нефти и газа, Издание 49. - № 3. - С.239-244. [Karabaev Zh.A., Kapustin V.M., Tanashev S.T., and others. Intensification of vacuum distillation of fuel oil from Kumkol oil by controlling phase transitions of dispersed systems of oil. Chemistry and technology of oil and gas, Edition 49. - No. 3. - P.239-244].
- 12 Калдыгозов Е., Казамбаев Д.Н., Абдикеримов Б.А., Тлеубаева Э.С. Технология процесса каталитической изомеризации легкой бензиновой фракций// Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. - 2018г. - №4(48). - С.96-102 ISSN: 2522-4026, Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_45615709_13905312.pdf. [Kaldygozov E., Kazambaev D.N., Abdikerimov B.A., Tleubaeva E.S. Technology of the process of catalytic isomerization of light gasoline fractions // Scientific works of SKSU named after. M. Auezova. - 2018 - No. 4(48). - P.96-102 ISSN:2522-4026, Access mode: https://elibrary.ru/download/elibrary_45615709_13905312.pdf].
 - 13 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. - Уфа: Гилем, 2002. - 672 с. [Akhmetov S.A. Technology of deep processing of oil and gas: Textbook for universities. - Ufa: Gilem, 2002. - 672 s.].
 - 14 Калдыгозов Е., Талдыбаева А., Кадирбаев Д., Калдыгозов Е.К. «Гидрокаталитическая изомеризация легкой прямогонной бензиновой фракции на модифицированном алюмоплатиновом катализаторе. //Нефть и газ. - Алматы, 2015. - С.137-145. [Kaldygozov E., Taldybaeva A., Kadirbaev D., Kaldygozov E.K. "Hydrocatalytic isomerization of light straight-run gasoline fraction on a modified aluminum-platinum catalyst. //Oil and gas. - Almaty, 2015. - P.137-145].
 - 15 Кистер Г., Выявление и устранение проблем перегонки нефтеперегонке и нефтехимии. Под руководством Н. Ю. Белокоп, О. Ф. Глаголева – Санкт-Петербург, 2019. pp. 551-558. [Kister G., Identifying and eliminating refining and petrochemical distillation problems. Under the leadership of N. Yu. Belokon, O. F. Glagoleva - St. Petersburg, 2019. pp. 551-558]. Translation from English, (Distillation Troubleshooting).
 - 16 Танашев С.Т., Карабаев Ж.А., Мусаханов О.М., Производства зимнего дизельного топлива из смеси малопарафинистого Амангельдинского газоконденсатного и высокопарафинистого Кумкольских нефтей. 2017. - No. 2. - pp. 53-57. [Tanashev S.T., Karabaev Zh.A., Musakhanov O.M., Production of winter diesel fuel from a mixture of low-paraffin Amangeldy gas condensate and high-paraffin Kumkol oils]. Proceedings of international scientific conferences «Science and civilization» Volume 10. SHEFFILD. – S. Sheffield-England: 2017. - No. 2. - pp. 53-57.
 - 17 Танашев С.Т., Капустин В.М., Султанханов Н.С., Налибаев М.И. и другие. К вопросу переработки вакуумного газойля в процессах каталитического крекинга – г.Уфа, 2013. - сс. 78-80. [Tanashev S.T., Kapustin V.M., Sultankhanov N.S., Nalibaev M.I. and others. On the issue of processing vacuum gas oil in catalytic cracking processes.]. Materials of the International scientific and practical conference "Oil and Gas Processing" – S Ufa, 2013. - pp. 78-80.
 - 18 Изомеризация. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. [Isomerization. Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki>].
 - 19 С.А. Скорникова, Т.П. Киселева, М.И. Целютина, И.Д. Резниченко Изомеризация n-гексана на платиносодержащих цеолитных катализаторах// Вестник ИрГТУ, 2010. - №4 (44). [S.A. Skornikova, T.P. Kiseleva, M.I. Tselyutina, I.D. Reznichenko Isomerization of n-hexane on platinum-containing zeolite catalysts // Bulletin of ISTU, 2010. - No. 4 (44)].