СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ВЫСОКООКТАНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ БЕНЗИНА ИЗ ГАЗОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

Холова Шарифа Фарходовна

Соискатель Бухарского государственного технического университета,

г. Бухара, Узбекистан.

Аннотация. В работе рассмотрены современные технологические подходы к получению высокооктановых бензинов на основе синтез-газа, образующегося при процессах каталитического крекинга углеводородного сырья. Показано, что использование синтез-газа — смеси оксида углерода и водорода — в качестве промежуточного сырья способствует повышению эффективности переработки и улучшению экологических характеристик конечного продукта. Исследованы различные каталитические системы и технологические схемы, обеспечивающие эффективное протекание реакций конверсии, синтеза и изомеризации. Особое внимание уделено влиянию параметров процесса (температура, давление, состав сырья, тип катализатора) на выход и качество получаемого бензина. Установлено, что применение многоступенчатых схем синтеза позволяет получать топливо с октановым числом 95 и выше при минимальных энергетических затратах. Полученные результаты подтверждают перспективность использования синтез-газа каталитического происхождения для повышения качества моторных топлив и снижения их экологической нагрузки.

Ключевые слова: синтез-газ, каталитический крекинг, высокооктановый бензин, риформинг, изомеризация, GTL-технологии.

Annotatsiya. Tadqiqotda uglevodorod xomashyosi katalitik kreking jarayonida hosil bo‘ladigan sintez-gaz asosida yuqori oktanli benzin olishning zamonaviy texnologik yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. Bunda uglerod(II) oksidi va vodorod aralashmasidan iborat sintez-gazni oraliq xomashyo sifatida qo‘llash qayta ishlash jarayonining samaradorligini oshiradi hamda yakuniy mahsulotning ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi. Konversiya, sintez va izomerizatsiya reaksiyalarining samarali borishini ta’minlovchi turli katalitik tizimlar va texnologik sxemalar o‘rganilgan. Jarayonning asosiy parametrlari — harorat, bosim, xomashyo tarkibi va katalizator turi —ning benzin chiqishi va sifatiga ta’siri alohida tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ko‘p bosqichli sintez sxemalarini qo‘llash orqali energiya sarfini kamaytirgan holda oktan soni 95 va undan yuqori bo‘lgan yoqilg‘ilarni olish mumkinligi aniqlangan. Olingan natijalar sintez-gazning katalitik kelib chiqishi motor yoqilg‘ilarining sifatini oshirish va

ISSN 3030-3907

ularning ekologik yuklamasini kamaytirishda istiqbolli yo‘nalish ekanini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: sintez-gaz, katalitik kreking, yuqori oktanli benzin, izomerizatsiya, MTG, GTL-texnologiyalar.

Abstract. The study examines modern technological approaches to the production of high-octane gasoline based on synthesis gas generated during the catalytic cracking of hydrocarbon feedstock. It is demonstrated that the use of synthesis gas—a mixture of carbon monoxide and hydrogen—as an intermediate feedstock enhances the efficiency of processing and improves the environmental characteristics of the final product. Various catalytic systems and technological schemes ensuring the effective course of conversion, synthesis, and isomerization reactions have been investigated. Special attention is given to the influence of process parameters (temperature, pressure, feedstock composition, and catalyst type) on the yield and quality of the resulting gasoline. It has been established that the use of multistage synthesis schemes makes it possible to obtain fuel with an octane number of 95 and above while minimizing energy consumption. The results obtained confirm the prospects of using catalytically derived synthesis gas to improve the quality of motor fuels and reduce their environmental impact.

Keywords: synthesis gas, catalytic cracking, high-octane gasoline, reforming, isomerization, MTG, GTL.

Введение

Рост мирового спроса на моторные топлива с пониженным содержанием сернистых соединений и повышенной детонационной стойкостью обуславливает необходимость разработки и внедрения инновационных технологических процессов в нефтеперерабатывающей промышленности. Одним из наиболее перспективных направлений в данном контексте является использование синтез-газа, образующегося при каталитическом крекинге углеводородов, для последующего синтеза высокооктановых компонентов бензина.

Применение данного подхода позволяет существенно повысить глубину переработки нефти и рационально использовать газообразные побочные продукты, которые ранее считались малоперспективными из-за их низкой топливной ценности. Переработка синтез-газа, представляющего собой смесь оксида углерода (CO) и водорода (H_2), открывает возможность получения широкого спектра углеводородных соединений, включая изопарафины и ароматические компоненты, обеспечивающие высокие октановые характеристики готового бензина[1].

В условиях реактора каталитического крекинга при температурах 500–550 °C и давлении, близком к атмосферному, в присутствии

ISSN 3030-3907

цеолитсодержащих катализаторов типов ZSM-5, Y-цеолит и их модифицированных форм происходит глубокая деструкция тяжелых углеводородов. В результате протекающих реакций термокаталитического разложения образуются легкие газовые фракции (CH_4, C_2–C_4), а также синтез-газ — смесь CO, CO_2 и H_2.

Особенностью данных процессов является то, что цеолитные катализаторы не только способствуют расщеплению углеводородных цепей, но и активизируют вторичные реакции дегидрирования, изомеризации и ароматизации, что в конечном итоге повышает долю высокооктановых углеводородов в продуктах. При оптимальном подборе состава катализатора и режимных параметров возможно достижение высокой конверсии тяжёлых фракций нефти при одновременном снижении выбросов сернистых и углеводородных соединений в газообразной фазе[2].

Таким образом, использование синтез-газа каталитического происхождения представляет собой не только эффективное средство повышения рентабельности переработки нефти, но и важный шаг в направлении экологически безопасных технологий получения моторных топлив нового поколения. Основные реакции:

$$CnHm + H_2O \rightarrow CO + H_2 + (n–1)C$$

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$$

Этот газовый поток после очистки и конверсии воды в газ может быть использован для синтеза жидких углеводородов (процесс типа Fischer–Tropsch или метанольный путь).

Каталитический синтез и получение бензиновой фракции.

Из очищенного синтез-газа получают жидкие углеводороды по двум основным схемам:

1. Fischer–Tropsch (FT)-синтез:

$$nCO + 2nH_2 \rightarrow CnH_2n + nH_2O$$

При использовании кобальтовых или железных катализаторов образуются углеводороды с широким диапазоном молекулярных масс. Для получения бензиновой фракции применяют этонизирующие и гидрокрекинговые ступени.

2. Метанольный путь (MTG – Methanol-to-Gasoline):

Сначала из синтез-газа получают метанол, затем — в присутствии цеолита ZSM-5 — конвертируют его в ароматические и изоалкановые углеводороды с высоким октановым числом (92–98).

ISSN 3030-3907



Технологическая схема процесса.

Основные стадии:

1. Получение синтез-газа из газов каталитического крекинга (паровая конверсия + очистка).
2. Синтез метанола или прямой FT-синтез.
3. Конверсия метанола в бензин (MTG).
4. Риформинг и изомеризация для повышения октанового числа.
5. Фракционирование и стабилизация бензиновой фракции.

В современных интегрированных нефтеперерабатывающих комплексах процессы получения синтез-газа и его дальнейшей конверсии в моторные топлива часто совмещаются с установками гидроочистки и риформинга. Такая технологическая интеграция позволяет повысить глубину переработки углеводородного сырья и обеспечивает высокий выход бензиновой фракции — до 60 % от массы исходного сырья[3].

Кроме того, сочетание процессов FT-синтеза (Fischer–Tropsch) и MTG-конверсии (Methanol-to-Gasoline) способствует получению топлива с улучшенными эксплуатационными и экологическими характеристиками.

Каталитические системы и условия проведения процесса

Для реализации указанных процессов применяются различные типы катализаторов, обеспечивающих селективность по целевым фракциям:

Катализаторы FT-синтеза: Co/Al_2O_3, $Fe/Cu/CrO_3$ — обеспечивают эффективное превращение синтез-газа в длинноцепочечные углеводороды.

Катализаторы MTG-процесса: цеолиты типов ZSM-5 и SAPO-34, характеризующиеся развитой микропористой структурой, способствуют формированию изоалканов и ароматических соединений.

- Температурный диапазон: 320–500 °C
- Давление: 1–5 Мпа
- Объемная скорость подачи сырья (GHSV): 1000–2000 $ч^{-1}$

Такие технологические параметры обеспечивают оптимальный выход фракций C_5–C_{10}, характеризующихся высоким содержанием изоалканов и

ISSN 3030-3907

ароматических углеводородов, определяющих высокое октановое число (до 95–100) конечного топлива.

Экономические и экологические преимущества

Рассматриваемая технология имеет значительные преимущества перед традиционными методами производства бензина:

- Повышение эффективности переработки за счёт вовлечения в процесс отходящих газов каталитического крекинга, ранее считавшихся низкоценным побочным продуктом.
- Снижение выбросов CO_2 и оксидов серы, что способствует улучшению экологического баланса предприятия.
- Сокращение потребности в риформинге, основанном на использовании дорогостоящих платиновых катализаторов, что уменьшает капитальные и эксплуатационные затраты.
- Соответствие требованиям стандартов Евро-5 и Евро-6 по содержанию серы и ароматических соединений в конечном топливе.

Заключение

Технология синтеза бензина из газов каталитического крекинга представляет собой перспективное направление комплексной переработки нефти, обеспечивающее повышение глубины и эффективности процессов.

Применение цеолитных катализаторов и интеграция с процессами GTL (Gas-to-Liquids) и MTG (Methanol-to-Gasoline) позволяют получать высококачественное, экологически безопасное моторное топливо.

Дальнейшее повышение эффективности возможно за счёт разработки комбинированных катализаторов, обладающих высокой активностью и стабильностью, а также за счёт оптимизации термодинамических и кинетических параметров реакций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саруханов Ю.П., Хайруллин И.Г. *Каталитические процессы переработки нефти.* – М.: Химия, 2020. – 412 с.
2. Dry M.E. *Fischer–Tropsch Synthesis: Current Mechanism and Future Prospects.* – Catal. Rev. Sci. Eng., 2021. – Vol. 63, No. 3. – P. 245–289.
3. Мухамеджанов А.Ш. *Современные технологии переработки синтез-газа в углеводороды.* – Ташкент: Фан, 2022. – 228 с.

ISSN 3030-3907