

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 2 (2025)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/PGFX4116>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Jan Micinski,	<i>д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);</i>
Surender Kumar Dhankhar,	<i>доктор по овощеводству, профессор</i> <i>(Республика Индия);</i>
Шаманин В. П.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Азаренко Ю. А.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 541.64

<https://doi.org/10.48081/FLHZ9894>***Е. М. Альмагамбетов**

ТОО «Компания Нефтехим LTD»,

Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2863-0476>*e-mail: latimor808@gmail.com**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА**

Современное развитие топливной промышленности требует постоянного повышения качества моторных бензинов, особенно в условиях ужесточающихся экологических требований. Одним из наиболее эффективных решений является использование кислородсодержащих добавок, повышающих октановое число топлива и улучшающих его экологические характеристики. Наиболее широко применяемой добавкой в настоящее время остаётся метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – высокооктановый компонент, улучшающий детонационную стойкость бензинов и снижающий выбросы угарного газа и углеводородов.

Производство МТБЭ представляет собой важное направление в нефтехимии, базирующееся на взаимодействии изобутилена с метанолом в присутствии кислотных катализаторов. На сегодняшний день разработано несколько промышленных технологий синтеза МТБЭ: классическая с фиксированным слоем катализатора, реакционно-дистилляционная и альтернативная технология на основе дегидратации трет-бутанола. Каждая из этих технологий отличается по сырьевым требованиям, сложности оборудования, эффективности и экологическим параметрам.

Для Казахстана, обладающего значительными запасами углеводородного сырья и развивающейся нефтехимической отраслью, выбор оптимальной технологии производства МТБЭ представляет особую актуальность. В условиях ограниченного бюджета на модернизацию и достаточного доступа к C₄-фракциям

на нефтеперерабатывающих заводах, особенно важны простота реализации, доступность оборудования и технологическая надёжность.

Настоящая статья посвящена сравнительному анализу существующих технологий производства МТБЭ и обоснованию выбора классической технологии как наиболее целесообразной для внедрения в промышленности Казахстана.

Ключевые слова: метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), изобутилен, метанол, ионообменный катализатор, цеолиты, технологии производства, Казахстан.

Введение

Метил-трет-бутиловый эфир (далее МТБЭ) – это высокооктановый, компонентом моторных топлив (октановое число 115–135). Добавляется к бензинам с целью повышения октанового числа в количестве 5–15 % [1, с. 119].

Бензины, содержащие МТБЭ, обладают:

- хорошей детонационной стойкостью;
- в выхлопных газах снижается содержание окиси углерода на 20 % объемных, полициклических ароматических соединений – на 70 % объемных, уменьшается количество несгоревших углеводородов.

Производство МТБЭ представляет собой важный процесс в нефтехимической промышленности.

В данной статье представлен обзор современных технологий производства МТБЭ, основанный на таких параметрах как основное сырье, источник изобутилена, используемый катализатор, параметры технологического процесса, степени конверсии изобутилена, капитальные затраты и экологические аспекты и др.

Материалы и методы

Производство МТБЭ основывается на нескольких ключевых технологических процессах. Ниже представлены основные технологии:

I Классический процесс с фиксированным слоем катализатора

Классическая технология основана на жидкофазной каталитической реакции между изобутиленом и метанолом с образованием МТБЭ [2, с. 35; 3 с.157]. Процесс протекает в присутствии кислотных ионообменных смол и включает в себя реактор с фиксированным слоем катализатора, а также последующую систему разделения и очистки продуктов.

Общая реакция синтеза:



Реакция синтеза МТБЭ экзотермическая, равновесная. Протекает в жидкой фазе при температуре от 30 до 100 °С при давлении от 10 до 20 бар.

Катализатором являются сульфонированные ионообменные смолы. Такие как Amberlyst 15, [1, с. 123] Amberlyst 35, Lewatit, D-005 и др.

Основным сырьем для проведения синтеза является изобутилен, полученный из С₄-фракций после крекинга или дегидрированием изобутана, а также метанол в промышленности, производящийся из синтез-газа (СО + Н₂).

Основными этапами производства МТБЭ по классической технологии являются:

1 Подготовка сырья. С₄-фракции очищаются от диенов, воды и сернистых соединений, и производится осушение метанола.

2 Синтез в реакторе с фиксированным слоем. Смесь изобутилена и метанола поступают в реактор, в котором поддерживается температура и давление для оптимальной конверсии. Для повышения выхода продукта используется реакторы с несколькими секциями катализатора.

3 Сепарация и очистка. Данный этап включает в себя процессы дистилляция реакционной смеси, удаления непрореагировавшего метанола (рецикла), отделения лёгких и тяжёлых углеводородов и получения товарного МТБЭ с чистотой более 99 %.

Конверсия изобутилена за один проход составляет 80–90 %, [3, с. 160] при использовании нескольких ступеней с рециркуляцией повышается до 98–99 %. Выход по МТБЭ составляет до 0,85–0,95 тонн на одну тонну изобутилена.

Преимуществами данного метода являются простота реализации и масштабирования, долговечность катализаторов (несколько лет при правильной эксплуатации), а также возможность модернизации до реакционно-дистилляционного процесса.

Недостатками можно считать необходимость в отдельной колонне для дистилляции, низкая термостойкость катализатора (высокая чувствительность к перегреву и загрязнению), а также потребность в периодической регенерации или замене катализатора.

Рассмотрев данный процесс со стороны экологической безопасности, можно сделать выводы о том, что в данном методе не образуются опасные побочные продукты, основными отходами являются сточные воды (при регенерации ионообменных смол) и углеводородные остатки. Данный метод

производства МТБЭ требует контроль утечек МТБЭ из оборудования из-за его высокой растворимости в воде.

II Реакционно-дистилляционный процесс (Reactive Distillation, RD).

Реакционно-дистилляционный процесс объединяет химическую реакцию синтеза МТБЭ и разделение [3, с. 157] компонентов (дистилляцию) в одной колонне. Это позволяет повышать степень превращения изобутилена за счёт непрерывного удаления продукта (МТБЭ), снижать энергозатраты и капитальные вложения, а также уменьшать габариты и количество оборудования.

Общая реакция синтеза:



Реакция синтеза МТБЭ экзотермическая, равновесная. Протекает в жидкой фазе при температуре от 60 до 80 °С и давлении от 5 до 15 бар. Соотношение метанол : изобутилен: ~1.1–1.3 : 1 (чтобы сместить равновесие в сторону МТБЭ). Катализаторами реакции являются сульфонированные ионообменные смолы и цеолиты.

В данном методе производства используется реакционно-дистилляционная колонна, которая содержит реакционную зону с насадкой, пропитанной ионообменным катализатором или цеолитом (Amberlyst 35, Lewatit и др.) и зону ректификации – выше и ниже реакционной зоны – для разделения продуктов и возврата непрореагировавших компонентов.

К особенностям реакционно-дистилляционного процесса можно отнести непрерывное удаление МТБЭ из реакционной зоны, что снижает его концентрацию и сдвигает химическое равновесие, и приводит к повышению конверсии изобутилена (до 95–98 %), минимизацию рециркуляции сырья, уменьшение объёма сточных вод и снижение количества операций очистки, а также возможность использование теплоты реакции для внутреннего энергосбережения колонны.

Из экологических и экономических аспектов можно отметить, что повышенная степень превращения снижает количество непрореагировавших соединений [4, с. 352], сокращается количество сточных вод и отходов, снижается потребность в энергоресурсах и теплообменниках, а также появляется возможность компактной компоновки оборудования на НПЗ.

III Производство изобутилена через дегидратацию трет-бутанола.

Это альтернативный подход, включающий получение изобутилена путём дегидратации трет-бутанола, который, в свою очередь, образуется при окислении изобутана. Этот метод позволяет избежать использования

хромсодержащих катализаторов и обеспечивает высокую чистоту изобутилена [5], что повышает эффективность последующего синтеза МТБЭ.

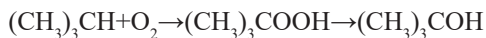
Этот метод включает две основные стадии:

1 Получение трет-бутанола (ТБА). Изобутан (C_4H_{10}) окисляется кислородом воздуха в жидкофазном процессе с образованием трет-бутилгидропероксида (ТБГП), который затем превращается в трет-бутанол (ТБА).

2 Дегидратация трет-бутанола до изобутилена, после чего полученный изобутилен реагирует с метанолом в стандартной реакции синтеза МТБЭ.

Основные химические реакции данного метода

- окисление изобутана:



- дегидратация трет-бутанола:



- синтез МТБЭ:



Реакция дегидратации протекает при температуре от 150 до 250 °С. Катализатором реакции являются цеолиты, фосфорная кислота на $\gamma-Al_2O_3$ (H_3PO_4/Al_2O_3), силикагели с кислотной функциональностью. При синтезе МТБЭ данным методом используется трубчатый или адиабатический реактор с фиксированным слоем катализатора. Конверсия трет-бутанола составляет до 95 %.

Преимуществом метода является высокая чистота изобутилена, отказ от использования С₄-фракций, возможность совмещения с другими производствами, использующими трет-бутанол или получающие его как побочный продукт (например, при производстве пропилена окислением изобутана), также возможность проведения синтеза без использования хромсодержащих катализаторов, которые экологически опасны.

К недостаткам метода можно отнести более высокую температуру процесса, которая требует использования термостойких материалов и систем охлаждения, высокие капитальные затраты за счёт наличия дополнительных стадий (окисление изобутана, дегидратация ТБА), а также возможность

получения побочных продукты при дегидратации (например, диметилэфир, тяжёлые углеводороды).

Из экологических аспектов важно отметить сниженное образование вредных примесей по сравнению с дегидрированием изобутана, возможность использования отходов из других производств.

Результаты и обсуждение

С целью обобщения и структурирования информации представим основные данные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица технологий производства МТБЭ

Параметр	Классическая технология (реактор с фикс. слоем)	Реакционно-дистилляционная технология (RD)	Дегидратация трет-бутанола
Принцип процесса	Отдельные стадии: реакция + последующая очистка	Совмещение реакции и дистилляции в одной колонне	Получение изобутилена из трет-бутанола
Основное сырьё	Изобутилен + метанол	Изобутилен + метанол	трет-Бутанол + метанол
Источник изобутилена	C ₄ -фракции, дегидрирование изобутана	C ₄ -фракции, дегидрирование изобутана	Окисление изобутана в трет-Бутанол
Катализатор	Ионообменные смолы (Amberlyst 15/35, D-005 и др.)	Ионообменные смолы, цеолиты.	Цеолиты, H ₃ PO ₄ /Al ₂ O ₃
Температура реакции	30–100 °C	60–80 °C	150–250 °C
Давление	10–20 бар	5–15 бар	Атмосферное или выше (реже)
Конверсия за проход	80–90 %	До 95 %	Зависит от условий дегидратации
Капитальные затраты	Ниже (проще оборудование)	Выше (сложная колонна RD)	Средние–высокие
Экологические аспекты	Потребность в дистилляции и утилизации сточных вод	Более эффективное использование сырья	Промежуточные отходы

Сравнительный анализ показывает, что каждая из технологий имеет свои преимущества и ограничения, и выбор подходящего метода зависит

от доступности сырья, технических условий предприятия и требований к качеству продукта.

Классическая технология с фиксированным слоем катализатора является наиболее отработанной и широко распространённой. Она характеризуется простотой оборудования и низкими капитальными затратами, но требует отдельной стадии разделения и даёт умеренную конверсию изобутилена (80–90 %).

Реакционно-дистилляционный процесс (RD) демонстрирует наивысшую эффективность благодаря совмещению стадии реакции и дистилляции в одной колонне. Он обеспечивает высокую степень превращения (до 95–98 %), снижает энергозатраты и объёмы сточных вод, однако требует более сложного оборудования и больших первоначальных инвестиций.

Технология через дегидратацию трет-бутанола особенно актуальна в условиях ограниченного доступа к C₄-фракциям. Она позволяет получать высокочистый изобутилен, что благоприятно влияет на качество МТБЭ. Однако она требует высокотемпературного оборудования и многозвенной схемы (окисление → дегидратация → синтез), что увеличивает сложность и стоимость процесса.

Несмотря на эффективность МТБЭ как антидетонационной добавки, его высокая растворимость в воде и устойчивость к биodeградации вызывают экологические опасения, особенно при попадании в грунтовые воды [6]. В связи с этим в некоторых странах его использование ограничено или запрещено. Однако в Азии, включая Китай, спрос на МТБЭ продолжает расти [7] благодаря его доступности и эффективности.

Альтернативы МТБЭ, такие как этил-трет-бутиловый эфир (ЭТБЭ) и трет-амилметиловый эфир (ТАМЭ), также используются в качестве кислородсодержащих добавок, обладая лучшей биоразлагаемостью [8], но часто уступают МТБЭ по экономическим показателям.

Выводы

Сравнительный анализ технологий производства МТБЭ показывает, что каждая из них имеет определённые преимущества. Однако, с учётом экономических, инфраструктурных и сырьевых реалий Казахстана, наиболее целесообразным является выбор в пользу классической технологии с фиксированным слоем катализатора.

Во-первых, эта технология является технически простой и хорошо отработанной, что особенно важно для предприятий, где необходимо минимизировать риски при внедрении новых процессов. Она не требует сложного оборудования и может быть реализована на существующих нефтехимических мощностях с минимальной модернизацией [9, с. 43–44]. .

Во-вторых, в Казахстане имеются достаточные ресурсы С₄-фракций, получаемых при переработке нефти и газа, что обеспечивает стабильный источник изобутилена – ключевого сырья [10, с. 12] в классической схеме. Это даёт возможность локализовать производство МТБЭ и снизить зависимость от импорта компонентов.

В-третьих, капитальные затраты на строительство и эксплуатацию такой установки ниже по сравнению с реакционно-дистилляционными или комбинированными методами, что особенно важно для регионов с ограниченным инвестиционным потенциалом.

Таким образом, с точки зрения экономической эффективности, технической реализуемости и доступности сырья, классическая технология является наилучшим выбором для внедрения в условиях Казахстана. Она позволяет организовать устойчивое и рентабельное производство МТБЭ, соответствующее текущим потребностям топливного сектора страны.

Список использованных источников

1 **Dabelstein, W., Reglitzky, A., Schütze, A., Reders, K.** Automotive Fuels // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2007. – Vol. 19. – P. 119–164.

2 **Scholz, D. K., Brown, T. L., Piel, J.** Methyl tertbutyl ether // Environ. Health Perspect. – 1990. – Vol. 89. – P. 35-46.

3 **Bao, J., Gao, B., Wu, X., Nakao, K.** Simulation of industrial catalytic distillation process for production of methyl tertbutyl ether // Chemical Engineering Journal. – 2002. – Vol. 86, No. 2. – P. 157–164.

4 **Сайфутдинов, Р. Г., Трифонова, Э. В.** Острая токсичность метилтретбутилового эфира // Казанский медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 351–353.

5 **Mehdizadeh A., Derakhshan Z., Abbasi F.** et al. The effect of arsenic on the photocatalytic removal of MTBE using Fe₂O₃/MgO catalyst // Catalysts. – 2022. – Vol. 12. – № 8, Article 927.

6 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Methyl tertButyl Ether (MTBE). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.atsdr.cdc.gov/> (Дата обращения 18.04.2025).

7 **Gregory C. Delzer and Tamara Ivahnenko.** A review of literature for methyl tertbutyl ether (MTBE) in sources ... – U.S. Geological Survey, 2003. [Электронный ресурс]. – URL: https://pubs.usgs.gov/of/2001/0322/report.pdf?utm_source=chatgpt.com (Дата обращения 18.04.2025).

8 Photocatalytic Degradation of Methyl tertButyl Ether (MTBE): A review // ResearchGate, 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.researchgate.>

[net/publication/264078193_Photocatalytic_Degradation_of_Methyl_tert-Butyl_Ether_MTBE_A_review](https://www.researchgate.net/publication/264078193_Photocatalytic_Degradation_of_Methyl_tert-Butyl_Ether_MTBE_A_review) (Дата обращения 20.04.2025).

9 Раскулова, Т. В., Бурцев, П. К. Перепрофилирование установки производства метилтретбутилового эфира на получение новой продукции // Современные технологии и научнотехнический прогресс. – 2022. – № 1. – С. 43–44.

10 Перспективные пути применения метанола: Установка производства МТБЭ на основе бутановой фракции // Вестник ТХТИ. — 2021. — № 34. — С. 12–20.

References

1 Dabelstein, W., Reglitzky, A., Schütze, A., Reders, K. Automotive Fuels // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2007. – Vol. 19. – P. 119–164.

2 Scholz, D. K., Brown, T. L., Piel, J. Methyl tertbutyl ether // Environ. Health Perspect. – 1990. – Vol. 89. – P. 35–46.

3 Bao, J., Gao, B., Wu, X., Nakao, K. Simulation of industrial catalyticdistillation process for production of methyl tertbutyl ether // Chemical Engineering Journal. – 2002. – Vol. 86. – No. 2. – P. 157–164.

4 Saifutdinov, R. G., Trifonova, E. V. Ostraya toksichnost' metil tret butilovogo e'fira [Acute toxicity of methyl tert-butyl ether] // Kazanskii meditsinskii jurnal. – 2010. – № 3. – P. 351–353.

5 Mehdi zadeh A., Derakhshan Z., Abbasi F. et al. The effect of arsenic on the photocatalytic removal of MTBE using Fe₂O₃/MgO catalyst // Catalysts. – 2022. – Vol. 12. – № 8, Article 927.

6 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Methyl tertButyl Ether (MTBE) [Electronic resource]. – URL: <https://www.atsdr.cdc.gov/> (Date of access 18.04.2025).

7 Gregory C. Delzer and Tamara Ivahnenko. A review of literature for methyl tertbutyl ether (MTBE) in sources ... – U.S. Geological Survey, 2003 [Electronic resource]. – URL: https://pubs.usgs.gov/of/2001/0322/report.pdf?utm_source=chatgpt.com (Date of access 18.04.2025).

8 Photocatalytic Degradation of Methyl tertButyl Ether (MTBE): A review // ResearchGate, 2019 [Electronic resource]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/264078193_Photocatalytic_Degradation_of_Methyl_tert-Butyl_Ether_MTBE_A_review (Date of access 20.04.2025).

9 Raskulova, T. V., Burtsev, P. K. Pereprofilirovanie ustanovki proizvodstva metil tret butilovogo e'fira na poluchenie novej produkcii [Repurposing of a methyl

tert-butyl ether production facility to produce new products] // Sovremennyye tehnologii i nauchno tehnicheskii progress. – 2022. – № 1. – P. 43–44.

10 Perspektivnye puti primeneniya metanola: Ustanovka proizvodstva MTBE na osnove butanovoi fraktsii [Prospective Applications of Methanol: Installation for the Production of MTBE Based on the Butane Group] // Vestnik THTI. – 2021. – № 34. – P. 12–20.

Поступило в редакцию 09.06.25.

Поступило с исправлениями 18.06.25.

Принято в печать 25.06.25.

*Е. М. Альмагамбетов

«Компания Нефтехим LTD» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

09.06.25 ж. баспаға түсті.

18.06.25 ж. түзетулерімен түсті.

25.06.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

МЕТИЛТЕРТ-БУТИЛ ЭФИРІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Жанармай өнеркәсібінің қазіргі дамуы мотор отындарының сапасын үнемі арттыруды талап етеді, әсіресе экологиялық талаптар күшейген жағдайда. Бұл мәселелерді шешудің тиімді жолдарының бірі – отынның октан санын арттырып, оның экологиялық сипаттамаларын жақсартатын оттекқұрамды қоспаларды қолдану. Қазіргі таңда ең кең таралған мұндай қоспа – метилтретбутил эфирі (МТБЭ), ол бензиндердің детонациялық тұрақтылығын жақсартып, көміртек тотығы мен көмірсутектердің шығарындыларын азайтады.

МТБЭ өндірісі – изобутилен мен метанолдың қышқыл катализаторлардың қатысуымен әрекеттесуіне негізделген мұнай-химия өнеркәсібінің маңызды бағыты. Бүгінде МТБЭ синтезінің үш негізгі технологиясы жасалған: классикалық (тұрақты қабатты катализатормен), реакциялық-дистилляциялық және трет-бутанолды дегидратациялауға негізделген баламалы әдіс. Бұл технологиялар шикізат талаптары, жабдықтың күрделілігі, тиімділігі және экологиялық көрсеткіштері бойынша ерекшеленеді.

Көмірсутек қорына бай және мұнай-химия саласы дамып келе жатқан Қазақстан үшін МТБЭ өндірісінің оңтайлы технологиясын таңдау өзекті мәселе болып табылады. Модернизацияға арналған шектеулі бюджет және МӨЗ-де C₄-фракцияларға қолжетімділік жағдайында, технологияның қарапайымдылығы, жабдықтың қолжетімділігі және сенімділігі маңызды рөл атқарады.

Бұл мақалада МТБЭ өндірісінің қолданыстағы технологияларына салыстырмалы талдау жүргізіліп, Қазақстан жағдайында ең тиімді шешім ретінде классикалық технологияны таңдау негізделеді.

Кілтті сөздер: метилтретбутил эфирі (МТБЭ), изобутилен, метанол, ионалмастырғыш катализатор, цеолиттер, өндіріс технологиялары, Қазақстан.

**Y. Almagambetov*

«Kompaniya Neftekhim LTD» LLP,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 09.06.25.

Received in revised form 18.06.25.

Accepted for publication 25.06.25.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHYL TERT-BUTYL ETHER PRODUCTION TECHNOLOGIES

The modern development of the fuel industry requires constant improvement in the quality of motor gasoline, especially under increasingly stringent environmental regulations. One of the most effective solutions is the use of oxygen-containing additives that increase the octane rating of fuels and enhance their environmental performance. Currently, the most widely used additive is methyl tert-butyl ether (MTBE), a high-octane component that improves gasoline's detonation resistance and reduces carbon monoxide and hydrocarbon emissions.

MTBE production is a key process in the petrochemical industry, based on the reaction between isobutylene and methanol in the presence of acidic catalysts. Currently, three main industrial technologies are employed: the classical fixed-bed catalyst process, reactive distillation, and an alternative method based on tert-butanol dehydration. These technologies differ in terms of feedstock requirements, equipment complexity, process efficiency, and environmental impact.

For Kazakhstan, which possesses abundant hydrocarbon resources and a developing petrochemical sector, selecting the most suitable MTBE production technology is of particular relevance. Given limited modernization budgets and access to C₄-fractions at domestic refineries, factors such as implementation simplicity, equipment availability, and process reliability become critically important.

This article presents a comparative analysis of the mentioned technologies and substantiates the classical technology as the most appropriate option for industrial implementation in Kazakhstan.

Keywords: methyl tert-butyl ether (MTBE), isobutylene, methanol, ion-exchange catalyst, zeolites, production technologies, Kazakhstan.

Теруге 25.06.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,57 МБ RAM

Шартты баспа табағы 10,13.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4428

Сдано в набор 25.06.2025 г. Подписано в печать 30.06.2025 г.

Электронное издание

2,57 МБ RAM

Усл. п. л. 10,13. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4428

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz