ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ В ПРОМЫШЛЕННОМ ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ

Джумаева Махфуза Каюмовна
ассистент кафедры медицинской химии
Бухарского государственного медицинского института
E-mail: mahfuza_djumayeva@bsmi.uz

Аннотация. Статья посвящена различным видам катализаторов, с особым акцентом на гетерогенных катализаторах. Широкое применение этих катализаторов в производстве химикатов, пластмасс, топлива, лекарств и других продуктов обусловлено их легкостью отделения от реакционной смеси, что упрощает процесс их переработки и многократного использования.

Ключовые слова: катализатор, гетерогенный, гомогенный, фермент, катализ, уксусный ангидрид, адсорбция реагентов, поверхность катализатора

Annotation. The article is devoted to various types of catalysts, with a special emphasis on heterogeneous catalysts. The wide application of these catalysts in the production of chemicals, plastics, fuels, medicines and other products is due to their ease of separation from the reaction mixture, which simplifies the process of their recycling and repeated use.

Key words: catalyst, heterogeneous, homogeneous, enzyme, catalysis, acetic anhydride, adsorption of reagents, catalyst surface

Annotatsiya. Maqola turli xil katalizatorlarga bag'ishlangan bo'lib, heterojen katalizatorlarga alohida e'tibor beradi. Ushbu katalizatorlarning kimyoviy moddalar, plastmassalar, yoqilg'i, dori-darmonlar va boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarishda keng qo'llanilishi ularning reaktsiya aralashmasidan ajratish qulayligi bilan bog'liq bo'lib, bu ularni qayta ishlash va qayta ishlatish jarayonini soddalashtiradi.

Kalit so'zlar: katalizator, heterojen, bir hil, ferment, kataliz, sirka angidrid, reaktiv adsorbsiya, katalizator yuzasi

Введение

Гетерогенный катализ в промышленном органическом синтезе — это ключевая тема в химической промышленности. Катализируемые химические процессы и реакции протекают в присутствии определенных специфических веществ, называемых катализаторами. Их основной задачей в системах является снижение энергии активации, что непосредственно приводит к увеличению скорости процесса.

Использование катализаторов приводит к более быстрым и энергоэффективным химическим реакциям . Катализаторы также обладают ключевым свойством, называемым селективностью, с помощью которого они могут направлять реакцию для увеличения количества желаемого продукта и уменьшения количества нежелательных побочных продуктов.

ISSN 3030-3907

Катализатор – это химическое вещество, способствующее ускорению реакции. Он используется в различных промышленных сферах и находит применение в отраслях переработки нефти, химической и нефтехимической промышленности, а также в области экологии, защиты окружающей среды и природопользования.

Катализаторы также используются для очистки заводских и автомобильных выбросов, удаляя оксиды азота (NOx) и оксиды серы (SOx), которые вызывают кислотные дожди. Другие продукты, такие как фармацевтические препараты, продукты питания, удобрения и сельскохозяйственные химикаты, также синтезируются с использованием катализаторов. [1]

Катализ — очень важный процесс, имеющий практическое значение для устойчивого развития, производства энергии, защиты окружающей среды, производства продуктов питания и очистки воды , а также для многих других целей. С помощью каталитических процессов производится почти 90% продукции в химической промышленности.

Катализаторы позволяют запустить реакции, которые не происходят в других условиях. Также их задача – смягчить сами процессы и позволить их контролировать. Главное достоинство катализаторов – для провоцирования взаимодействия достаточно незначительного количества катализатора. [2]

Чаще всего промежуточный продукт, не показанный ни в одном обычном описании реакции, образуется из реагента и катализатора, и когда этот комплекс превращается в один или несколько конечных продуктов, катализатор регенерируется так, как будто ничего не произошло ни с одним из это вообще. Как вы вскоре увидите, этот процесс может происходить различными способами.

Гомогенный катализ. Реакция считается гомогенно катализируемой, когда катализатор и реагент (ы) находятся в одном физическом состоянии или фазе. Это чаще всего происходит с парами газообразный катализатор-реагент. Типы гомогенных катализаторов включают органические кислоты, в которых донорный атом водорода заменен металлом, ряд соединений, смешивающих углерод и металлические элементы в некоторой форме, и карбонильные соединения, соединенные с кобальтом или железом. Примером такого типа катализа с участием жидкостей является превращение персульфатных и йодид-ионов в сульфат-ион и йод: $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2\ SO_4^{2-} + I_2$

Эта реакция будет трудно протекать сама по себе, несмотря на благоприятную энергетику, потому что оба реагента заряжены отрицательно и, следовательно, их электростатические свойства противоположны их химическим свойствам. Но если к смеси добавить ионы железа, которые несут положительный заряд, железо «отвлекает» отрицательные заряды, и реакция быстро продвигается вперед.

ISSN 3030-3907

Природный газообразный гомогенный катализ представляет собой превращение газообразного кислорода или O2 в атмосфере в озон или O3, где кислородные радикалы (O-) являются промежуточными. Здесь ультрафиолетовое излучение солнца является истинным катализатором, но все присутствующие физические соединения находятся в одинаковом (газообразном) состоянии.

Гетерогенный катализ. Реакция считается гетерогенно катализируемой, когда катализатор и реагент (ы) находятся в разных фазах, причем реакция происходит на границе раздела между ними (чаще всего это «граница» газ-твердое вещество). Некоторые из наиболее распространенных гетерогенных катализаторов включают неорганические, то есть не содержащие углерода, твердые вещества, такие как элементарные металлы, сульфиды и соли металлов, а также небольшие количества органических веществ, в том числе гидропероксиды и ионообменники. Цеолиты являются важным классом гетерогенных катализаторов. Это кристаллические твердые вещества, состоящие из повторяющихся звеньев SiO_4. Единицы четырех из этих соединенных молекул связаны вместе, чтобы сформировать различные структуры кольца и клетки. Присутствие атома алюминия в кристалле создает дисбаланс зарядов, который компенсируется протоном (то есть ионом водорода).

Ферменты - это белки, которые функционируют в качестве катализаторов в живых системах. Эти ферменты имеют компоненты, называемые сайтами связывания субстрата или активными центрами, где молекулы, участвующие в реакции при катализе, присоединяются. Составными частями всех белков являются аминокислоты, и каждая из этих отдельных кислот имеет неравномерное распределение заряда от одного конца к другому. Это свойства является основной причиной, по которой ферменты обладают каталитическими свойствами. Как правило, когда присутствует больше субстрата и больше фермента, реакция протекает быстрее. Но если все больше и больше субстрата добавляется без добавления большего количества фермента, все сайты ферментативного связывания становятся насыщенными, и реакция достигает максимальной скорости для этой концентрации фермента. Каждая реакция, катализируемая ферментом, может быть представлена в виде промежуточных продуктов, образующихся в результате присутствия фермента.

Гетерогенный катализ является одним из наиболее важных и широко используемых методов в современной химической промышленности. Это процесс, в котором катализатор находится в отдельной фазе (твердой, жидкой или газообразной) от реагентов, что позволяет ему взаимодействовать с ними, не смешиваясь [4]. Основное преимущество гетерогенного катализа заключается в его эффективности и универсальности. Катализаторы, как правило, представляют собой твердые материалы, такие как металлы,

ISSN 3030-3907

оксиды, сульфиды или углеродные материалы, которые могут быть разработаны для решения широкого спектра химических задач [3]. Они обеспечивают высокую производительность, поскольку их можно легко отделить от реакционной смеси и использовать повторно. Механизм гетерогенного катализа основан на адсорбции реагентов на поверхности катализатора, где они вступают в химические реакции. Катализатор снижает энергию активации процесса, что ускоряет реакцию и повышает ее селективность. Кроме того, гетерогенные катализаторы обладают высокой устойчивостью к загрязнениям и могут работать в жестких условиях, таких как высокие температуры и давления [1].

Гетерогенный катализ широко применяется в таких важных отраслях, как нефтепереработка, производство химических веществ, энергетика и охрана окружающей среды [2]. Например, катализаторы используются в процессах крекинга нефти, гидрирования, окисления и восстановления. Они также играют ключевую роль в технологиях производства топлив, полимеров, лекарств и других ценных продуктов. Исследования в области гетерогенного катализа продолжаются, с целью разработки более эффективных, селективных и устойчивых катализаторов. Это позволяет постоянно совершенствовать химические процессы, повышая их экономическую эффективность и экологическую безопасность [1].

Одним из наиболее эффективных и экономически выгодных методов получения ацетилацетона является реакция конденсации ацетона и уксусного ангидрида с применением гетерогенных катализаторов. Использование гетерогенных катализаторов в синтезе ацетилацетона имеет ряд важных преимуществ по сравнению с традиционными гомогенными системами [5]. Во-первых, гетерогенные катализаторы легко отделяются от реакционной смеси, что значительно упрощает процесс очистки целевого продукта. Кроме того, многие твердые катализаторы отличаются высокой химической и термической стабильностью, что позволяет использовать их повторно, повышая общую экономическую эффективность процесса. Важно отметить, что выбор конкретного гетерогенного катализатора может оказывать существенное влияние на эффективность синтеза ацетилацетона. Так, было обнаружено, что использование оксида алюминия в качестве катализатора приводит к более высокому выходу целевого продукта по сравнению с такими системами, как сульфатированный оксид циркония или ионообменные смолы. Это связано с уникальными кислотно-основными свойствами оксида алюминия, которые способствуют оптимальной активации уксусного ангидрида и протеканию последующих стадий реакции [5]. Механизм действия гетерогенных катализаторов в реакции конденсации ацетона и уксусного ангидрида включает несколько основных стадий. Первоначально происходит адсорбция реагентов на поверхности катализатора, где они активируются. Далее следует стадия нуклеофильной

ISSN 3030-3907

атаки ацетона на активированный уксусный ангидрид, образование β-кетоэфира и его последующая внутримолекулярная циклизация с образованием ацетилацетона. Реакция конденсации ацетона и уксусного ангидрида Важную роль в этом процессе играют кислотно-основные свойства катализатора, а также его текстурные характеристики, такие как удельная поверхность и пористость [2]. Кислотные центры на поверхности катализатора ответственны за активацию уксусного ангидрида, в то время как текстурные свойства влияют на адсорбцию реагентов и доступность активных участков.

Использование гетерогенных катализаторов в синтезе ацетилацетона является перспективным подходом, обеспечивающим высокую эффективность процесса, простоту выделения продукта и возможность многократного использования катализатора. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на разработку новых, более эффективных гетерогенных систем, а также на оптимизацию существующих технологий. Например, перспективным направлением является изучение возможности применения наноструктурированных катализаторов, которые могут обладать улучшенными каталитическими свойствами благодаря высокой удельной поверхности и развитой системе пор [2].

Использование твердых катализаторов позволяет упростить процесс выделения продукта, повысить экономическую эффективность и обеспечить возможность многократного использования катализатора. Дальнейшее развитие этого направления связано с разработкой новых высокоактивных гетерогенных систем и оптимизацией существующих технологий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дерягин А. В. Гетерогенный катализ. — М.: Высшая школа, 2005. — 304 с.
2. Киселев В. Ф., Козлов С. Н., Зотеев А. В. Основы физической химии. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 607 с.
3. Тарасов А. Б. Гетерогенный катализ в химической технологии: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2014. — 368 с.
4. Крылов О. В. Гетерогенный катализ. — М.: Академкнига, 2004. — 679 с.
5. Бухтияров В. И. Гетерогенный катализ: от молекул к промышленным процессам // Успехи химии. — 2012. — Т. 81. — № 4. — С. 339–379.

ISSN 3030-3907