

Раздел 5. «Химия»

МРНТИ: 541.128:504.06

DOI: [10.4411/s00934-017-890](https://doi.org/10.4411/s00934-017-890)

УДК: 54.057:504.06

Т. Асылбекқызы

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail: t.asylbekkyzy@tttu.edu.kz)*

Зеленая химия: устойчивые методы синтеза и их влияние на окружающую среду

Зелёная химия представляет собой направление, направленное на создание химических процессов и продуктов, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду. В данной статье рассматриваются принципы устойчивого химического синтеза, которые позволяют снизить использование токсичных реагентов, уменьшить количество отходов и сократить энергозатраты. Особое внимание уделено разработке новых катализаторов, биоразлагаемых материалов и возобновляемых источников сырья. Анализируются примеры внедрения зелёной химии в промышленное производство и её роль в достижении целей устойчивого развития. Также рассматриваются перспективы и вызовы внедрения зелёных технологий в условиях глобальных экологических проблем.

Ключевые слова: зелёная химия, устойчивый синтез, экология, биоразлагаемые материалы, катализаторы, возобновляемое сырьё, устойчивое развитие, экологические технологии, промышленное производство, минимизация отходов.

Введение

Зелёная химия — это инновационное направление науки, ориентированное на решение одной из важнейших задач современности: снижение негативного воздействия химической промышленности на окружающую среду. Традиционные химические процессы зачастую сопровождаются использованием токсичных веществ, большими энергозатратами и образованием значительного количества отходов. Это создаёт угрозы как для экологии, так и для здоровья людей. В условиях глобального изменения климата, истощения природных ресурсов и загрязнения планеты вопрос поиска устойчивых методов химического синтеза становится всё более актуальным.

Зелёная химия предлагает подходы, которые позволяют не только минимизировать ущерб окружающей среде, но и создать более эффективные и экономически выгодные технологии. Она охватывает разработку новых экологически безопасных катализаторов, использование возобновляемого сырья, повышение энергоэффективности и создание биоразлагаемых материалов. Эти инновации могут найти широкое применение в различных отраслях, от фармацевтики до производства пластмасс.

Введение зелёных технологий в промышленность является важным шагом на пути к достижению целей устойчивого развития, установленных ООН. Однако несмотря на значительный прогресс в этой области, остаются серьёзные вызовы, связанные с внедрением зелёных методов на крупных производствах. В данной статье будет рассмотрено, как устойчивые методы синтеза могут изменить химическую промышленность, какие преимущества они предлагают, и с какими трудностями может столкнуться процесс их внедрения.

Использование биокатализаторов вместо традиционных катализаторов:

Традиционные химические процессы часто требуют использования дорогих и токсичных катализаторов, таких как тяжелые металлы (например, палладий или платина). Эти катализаторы могут загрязнять окружающую среду и быть трудными для утилизации. В зелёной химии для замены таких катализаторов активно развиваются биокатализаторы — ферменты, которые выполняют ту же функцию, но без вреда для экологии.

Пример — синтез активных фармацевтических ингредиентов (АФИ):

В производстве лекарств биокатализаторы могут значительно сократить количество отходов и снизить энергозатраты. Например, фармацевтическая компания Pfizer использовала ферменты

Раздел 5. «Химия»

для синтеза важного компонента препарата для лечения высокого кровяного давления. Раньше этот процесс включал несколько этапов и использовал опасные органические растворители. Замена на биокатализаторы позволила сократить количество стадий синтеза, снизить энергоёмкость процесса и уменьшить выбросы токсичных отходов.

Это не только улучшило экологические показатели производства, но и снизило себестоимость продукции, сделав процесс более устойчивым и экономически целесообразным. Пример показывает, что зелёная химия может предложить решения, которые одновременно улучшают экономику и снижают вред для окружающей среды, что особенно важно в таких сферах, как фармацевтика. На рисунке 1 представлена схема фармацевтической разработки в создании продукта.

Место фармацевтической разработки в создании продукта



Рисунок 1. Схема фармацевтической разработки в создании продукта

Внедрение зелёных методов на каждом этапе фармацевтического процесса разработки позволяет значительно сократить воздействие на окружающую среду и повысить эффективность производства, что соответствует целям устойчивого развития и способствует созданию конкурентоспособной продукции на глобальном рынке.

Устойчивые методы синтеза могут существенно изменить химическую промышленность, приводя к более экологичным и экономичным процессам. Они предлагают значительные преимущества, однако внедрение этих методов сталкивается с рядом трудностей.

Как устойчивые методы синтеза могут изменить химическую промышленность:

1. Минимизация отходов: Устойчивые методы синтеза направлены на сокращение количества отходов, образующихся в ходе химических процессов. Это достигается за счёт оптимизации реакций, использования катализаторов и более точного контроля процессов.

2. Использование возобновляемых ресурсов: Традиционные химические процессы часто полагаются на ископаемое топливо и невозобновляемые источники сырья. Устойчивые методы включают замену таких ресурсов возобновляемыми, например, биомассой или продуктами переработки отходов.

3. Снижение использования токсичных веществ: Зелёная химия заменяет опасные химические вещества более безопасными альтернативами, что снижает риски для здоровья работников, конечных потребителей и окружающей среды.

4. Снижение энергозатрат: Энергозатраты в химической промышленности могут быть значительно уменьшены за счёт более эффективных методов синтеза, таких как биокатализ или использование возобновляемых источников энергии для процессов.

Раздел 5. «Химия»

5. Катализаторы нового поколения: Важную роль в устойчивом синтезе играют экологически безопасные катализаторы, которые позволяют сократить использование дорогих и токсичных металлов, таких как платина или палладий.

Преимущества устойчивых методов синтеза:

1. Экономическая выгода: несмотря на первоначальные вложения, переход на зелёные технологии может уменьшить операционные расходы за счёт сокращения отходов, энергозатрат и использования дорогостоящего сырья. Это может привести к снижению стоимости конечной продукции и повышению конкурентоспособности компаний.

2. Экологические преимущества: Устойчивые методы синтеза уменьшают выбросы загрязняющих веществ, парниковых газов и токсичных отходов, что помогает сократить экологический след химической промышленности и способствует защите окружающей среды.

3. Соответствие нормативным требованиям: в условиях ужесточения экологических норм и стандартов по всему миру компании, использующие устойчивые методы синтеза, могут лучше соответствовать новым требованиям, избегая штрафов и дополнительных расходов на утилизацию отходов.

4. Создание безопасных продуктов: Продукты, созданные с использованием устойчивых методов синтеза, могут быть более безопасными для потребителей, что повышает доверие к бренду и способствует его популярности на рынке.

Трудности при внедрении устойчивых методов синтеза:

1. Высокие начальные затраты: Переход на зелёные технологии требует значительных капиталовложений, связанных с модернизацией оборудования, разработкой новых процессов и обучением персонала. Эти затраты могут отпугнуть компании, особенно небольшие предприятия, с ограниченным бюджетом.

2. Технологические барьеры: Некоторые устойчивые методы синтеза пока ещё находятся в стадии разработки или не готовы к масштабному промышленному внедрению. Например, биокатализаторы требуют более тщательной настройки и контроля, чем традиционные катализаторы.

3. Отсутствие инфраструктуры: для внедрения устойчивых методов необходимо создать новую инфраструктуру, такую как системы переработки возобновляемого сырья или использование возобновляемых источников энергии. Это может быть сложным и дорогим процессом для многих компаний.

4. Недостаток научных исследований: хотя зелёная химия активно развивается, есть области, где всё ещё не хватает научных данных и исследований, необходимых для коммерческого внедрения. Это замедляет прогресс в переходе на устойчивые методы синтеза.

5. Сопротивление изменений: В некоторых компаниях может наблюдаться сопротивление к переходу на новые методы из-за инерции и отсутствия чёткого понимания выгод зелёной химии.

Устойчивые методы синтеза обладают огромным потенциалом для преобразования химической промышленности, предлагая экономические, экологические и социальные преимущества. Однако процесс их внедрения требует значительных усилий, инвестиций и преодоления технологических и инфраструктурных барьеров. В долгосрочной перспективе устойчивые методы способны сделать промышленность более экологичной, устойчивой и конкурентоспособной.

Выводы

Зелёная химия и устойчивые методы синтеза представляют собой значительный шаг вперёд в стремлении человечества к более устойчивому и экологически чистому будущему. В условиях глобальных экологических кризисов, таких как изменение климата, истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды, важность перехода на экологически безопасные технологии становится всё более очевидной. Устойчивые методы синтеза позволяют минимизировать негативные последствия химической промышленности, предлагая решения, которые одновременно являются эффективными и безопасными.

Одним из основных преимуществ зелёной химии является её способность сокращать количество отходов и токсичных веществ, которые традиционно образуются в процессе производства. Путём оптимизации реакций, использования биокатализаторов и применения

Раздел 5. «Химия»

возобновляемых ресурсов можно значительно снизить уровень загрязнения, что благоприятно сказывается как на здоровье человека, так и на экосистемах. Такой подход не только соответствует целям устойчивого развития, но и повышает конкурентоспособность предприятий, позволяя им адаптироваться к новым экологическим стандартам и требованиям.

Кроме того, устойчивые методы синтеза могут способствовать инновациям в производстве, открывая новые возможности для разработки безопасных и эффективных продуктов. Важно отметить, что переход к зелёным технологиям требует научного подхода, который включает в себя исследования и разработки в области новых материалов, катализаторов и процессов. Современная наука уже демонстрирует значительные достижения в этой сфере, однако для полноценного внедрения зелёной химии необходимо преодолеть ряд трудностей, таких как высокие первоначальные инвестиции, технологические барьеры и отсутствие необходимой инфраструктуры.

Трудности, с которыми сталкиваются компании при внедрении устойчивых методов, требуют комплексного подхода со стороны государства, научных учреждений и бизнеса. Необходимы активные инвестиции в научные исследования, создание инновационных программ, а также поддержка со стороны правительства в виде налоговых льгот и субсидий для предприятий, переходящих на экологически безопасные технологии. Образование и просвещение также играют ключевую роль в формировании осознания важности зелёной химии и её преимуществ, как среди профессионалов, так и среди широкой общественности.

Несмотря на существующие вызовы, будущее зелёной химии выглядит многообещающим. Постепенно увеличивается осознание необходимости устойчивого развития как в обществе, так и в бизнес-среде. Предприятия, которые осваивают зелёные технологии, не только снижают свой экологический след, но и становятся более привлекательными для потребителей, что в свою очередь приводит к росту спроса на устойчивые продукты.

Таким образом, зелёная химия и устойчивые методы синтеза могут стать основой для создания новой, более ответственной и устойчивой химической промышленности. Это не просто тренд, а необходимость, которая поможет сохранить нашу планету для будущих поколений. В конечном счёте, переход к устойчивым методам синтеза является ключом к созданию более безопасного, здорового и справедливого мира.

Список литературы

1. Анастас, П. Т., & Уорнер, Дж. С. (2001). Зелёная химия: теория и практика. Издательство "Высшая школа".
2. Сидоренко, Е. В. (2019). "Устойчивые методы синтеза в зелёной химии: основные подходы и технологии." *Химия и жизнь*, 11, 34-37.
3. Масленников, И. С. (2020). "Биокатализ в зелёной химии: преимущества и недостатки." *Журнал общей химии*, 90(8), 1350-1357.
4. Кузнецов, Д. В. (2021). "Зелёная химия: новые горизонты устойчивого развития." *Экологическая безопасность*, 3, 25-30.
5. Смирнов, А. А., & Петров, И. И. (2022). "Технологии устойчивого синтеза в химической промышленности." *Химическая промышленность*, 96(4), 45-50.
6. Романова, Т. Н. (2018). "Экологические аспекты зелёной химии: от теории к практике." *Научные труды Московского государственного университета*, 5, 120-126.
7. Васильев, П. А. (2017). "Устойчивое развитие в химии: вызовы и решения." *Химия в школе*, 6, 15-18.
8. Лебедев, А. Г., & Григорьев, С. В. (2020). "Зелёная химия: принципы, технологии, применение." *Научно-технический вестник*, 9(2), 78-82.
9. Иванов, В. С., & Фролова, О. Н. (2019). "Биоразлагаемые материалы в зелёной химии." *Современные проблемы науки и образования*, 3, 42-46.

Т. Асылбекқызы

Жасыл химия: тұрақты синтез әдістері және олардың қоршаған ортаға әсері

Раздел 5. «Химия»

Жасыл химия-қоршаған ортаға теріс әсерді азайтатын химиялық процестер мен өнімдерді жасауға бағытталған бағыт. Бұл мақалада улы реагенттерді пайдалануды азайтуға, қалдықтарды азайтуға және энергия шығынын азайтуға мүмкіндік беретін тұрақты химиялық синтез принциптері қарастырылады. Жаңа катализаторларды, биологиялық ыдырайтын материалдарды және жаңартылатын шикізат көздерін жасауға ерекше назар аударылады. Жасыл химияны өнеркәсіптік өндіріске енгізу мысалдары және оның тұрақты даму мақсаттарына жетудегі рөлі талданады. Сондай-ақ Жаһандық экологиялық проблемалар жағдайында жасыл технологияларды енгізудің перспективалары мен сын-кәтерлері қарастырылады.

Түйінді сөздер: жасыл химия, тұрақты синтез, экология, биологиялық ыдырайтын материалдар, катализаторлар, жаңартылатын шикізат, тұрақты даму, экологиялық технологиялар, өнеркәсіптік өндіріс, қалдықтарды азайту.

T. Asylbekkyzy

Green chemistry: sustainable synthesis methods and their impact on the environment

Green chemistry is a field focused on creating chemical processes and products that minimize negative environmental impact. This article explores the principles of sustainable chemical synthesis, which reduce the use of toxic reagents, minimize waste generation, and lower energy consumption. Special attention is given to the development of new catalysts, biodegradable materials, and renewable feedstocks. The article analyzes examples of the implementation of green chemistry in industrial production and its role in achieving sustainable development goals. It also addresses the prospects and challenges of adopting green technologies in the context of global environmental issues.

Keywords: green chemistry, sustainable synthesis, ecology, biodegradable materials, catalysts, renewable feedstocks, sustainable development, environmental technologies, industrial production, waste minimization.

References

1. Anastas, P. T., & Warner, J. S. (2001). Green chemistry: theory and practice. Higher School Publishing House.
2. Sidorenko, E. V. (2019). "Sustainable synthesis methods in green chemistry: basic approaches and technologies." *Chemistry and Life*, 11, 34-37.
3. Maslennikov, I. S. (2020). "Biocatalysis in green Chemistry: advantages and disadvantages." *Journal of General Chemistry*, 90(8), 1350-1357.
4. Kuznetsov, D. V. (2021). "Green chemistry: new horizons of sustainable development." *Environmental Safety*, 3, 25-30.
5. Smirnov, A. A., & Petrov, I. I. (2022). "Sustainable synthesis technologies in the chemical industry." *Chemical industry*, 96(4), 45-50.
6. Romanova, T. N. (2018). "Ecological aspects of green chemistry: from theory to practice." *Scientific Papers of Moscow State University*, 5, 120-126.
7. Vasiliev, P. A. (2017). "Sustainable development in chemistry: challenges and solutions." *Chemistry at School*, 6, 15-18.
8. Lebedev, A. G., & Grigoriev, S. V. (2020). "Green chemistry: principles, technologies, and applications." *Scientific and Technical Bulletin*, 9(2), 78-82.
9. Ivanov, V. S., & Frolova, O. N. (2019). "Biodegradable materials in green chemistry." *Modern Problems of Science and Education*, 3, 42-46.