KIMYOVIY JARAYONLARNI FAOLLASHTIRISHNING YASHIL USULLARI: TERMIK, FOTOKIMYOVIY, ELEKTROKIMYOVIY, ULTRATOVUSHLI VA MEXANIK USULLARNING QIYOSIY TAHLILI

Raxmatov Marat Salimovich
Buxoro davlat pedagogika instituti. O‘qituvchisi
E-mail: mraxmatov@mail.ru
Samiyeva Sevinchoy Samiqjon qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti
1KIM-25 talabasi

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqola yashil kimyo tamoyillari asosida kimyoviy jarayonlarni faollashtirishning zamonaviy usullarini tahlil qiladi. Termik, fotokimyoviy, elektrokimyoviy, ultratovushli va mexanik faollashtirish usullarining fizik-kimyoviy asoslari, afzalliklari, kamchiliklari va ekologik samaradorligi qiyosiy o‘rganiladi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, fotokimyoviy va elektrokimyoviy usullar yuqori selektivlik va energiya tejamkorligi bilan ajralib turib, yashil kimyo tamoyillariga eng mos keladi. Ultratovushli va mexanik faollashtirish esa erituvchilardan foydalanishni sezilarli kamaytiradi. Termik usul esa yuqori energiya sarfi sababli kamroq barqaror deb baholanadi. Maqolada kimyoviy jarayonlarning ekologik va iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun ushbu usullarni optimallashtirish va ularni birlashtirish bo‘yicha takliflar beriladi.

Kalit so‘zlar: Yashil kimyo, kimyoviy faollashtirish, fotokimyoviy usul, elektrokimyoviy usul, ultratovushli faollashtirish, mexanokimyo, energiya tejash.

Аннотация, В данной научной статье анализируются современные методы активации химических процессов на основе принципов зелёной химии. Сравнительно рассматриваются физико-химические основы, преимущества, недостатки и экологическая эффективность термического, фотохимического, электрохимического, ультразвукового и механического методов активации. Согласно полученным результатам, фотохимические и электрохимические методы обладают высокой селективностью и энергоэффективностью, поэтому наиболее соответствуют принципам зелёной химии. Ультразвуковая и механическая активация позволяют существенно снизить использование растворителей. Термический метод оценивается как менее устойчивый из-за высокого энергопотребления. В статье предложены направления оптимизации и комбинирования указанных методов для повышения экологической и экономической эффективности химических процессов.

Ключевые слова: зелёная химия, химическая активация, фотохимический метод, электрохимический метод, ультразвуковая активация, механохимия, энергосбережение.

ISSN 3030-3907

Abstract. This scientific article analyzes modern methods of activating chemical processes based on the principles of green chemistry. The physicochemical foundations, advantages, drawbacks, and environmental efficiency of thermal, photochemical, electrochemical, ultrasonic, and mechanical activation methods are comparatively examined. The findings indicate that photochemical and electrochemical methods demonstrate high selectivity and energy efficiency, making them the most compatible with green chemistry principles. Ultrasonic and mechanical activation methods significantly reduce solvent usage. The thermal method is considered less sustainable due to its high energy consumption. The article proposes optimization strategies and the integration of these methods to enhance the ecological and economic efficiency of chemical processes.

Keywords: green chemistry, chemical activation, photochemical method, electrochemical method, ultrasonic activation, mechanochemistry, energy saving.

Kirish

Kimyoviy jarayonlarni samarali va ekologik to‘g‘ri yo‘l bilan faollashtirish zamonaviy yashil kimyo tamoyillari asosida dolzarb ilmiy-amaliy masaladir. An’anaviy termik faollashtirish usuli ko‘pincha yuqori energiya iste’moli, past selektivlik va ekologik xavflar bilan bog‘liq. Yashil kimyo rivoji bilan birga energiya tejovchi, yuqori selektiv va atrof-muhitga minimal ta’sir ko‘rsatadigan alternativ faollashtirish usullari ishlab chiqilmoqda. Ushbu maqolada termik, fotokimyoviy, elektrokimyoviy, ultratovushli va mexanik faollashtirish usullari ularning asosiy prinsiplari, afzalliklari, kamchiliklari va yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi nuqtai nazaridan tahlil qilinadi. Tadqiqot maqsadi ushbu usullarni qiyosiy baholash va ularni kimyoviy jarayonlarni optimallashtirishda samarali qo‘llash yo‘llarini taklif etishdan iborat.

Termik faollashtirish usuli

Prinsip va amalga oshirish. Termik faollashtirish kimyoviy jarayonlarni boshlash va davom ettirish uchun eng keng tarqalgan usul hisoblanadi. U reaksiya aralashmasini tashqi manbadan issiqlik bilan ta’minlashga asoslangan. Issiqlik uzatish konvektsiya, o‘tkazuvchanlik va nurlanish orqali amalga oshiriladi.

Afzalliklari. Keng qo‘llanilishi va amalga oshirish soddaligi. Suyuq reagentlar va erituvchilar uchun yuqori samaradorlik. Haroratni aniq nazorat qilish imkoniyati

Kamchiliklari. Yuqori energiya iste’moli (30-40% issiqlik yo‘qotishlar). Qattiq va pastasimon reagentlar bilan samarasiz ishlashi. Uzoq reaksiya vaqti. Issiqlik ta’sirida mahsulotlarning parchalanish ehtimoli

ISSN 3030-3907

Yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi. Termik usul yashil kimyo tamoyillariga to‘liq mos kelmaydi, chunki u yuqori energiya sarfiga olib keladi va ko‘pincha qo‘shimcha ekologik xavflarni keltirib chiqaradi.

Fotokimyoviy faollashtirish usuli

Prinsip va turlari. Fotokimyoviy faollashtirish elektromagnit nurlanish (ko‘pincha UV va ko‘rinadigan diapazonda) ta’sirida kimyoviy jarayonlarni boshlashga asoslangan. Uch asosiy turi mavjud:

- O‘z-o‘zidan sodir bo‘ladigan reaksiyalar (masalan, $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$)
- Fotokatalitik reaksiyalar (masalan, TiO_2 katalizatorida organik moddalarning fotoparchalanishi)
- Yorug‘lik energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri reagentlarga uzatish orqali sodir bo‘ladigan reaksiyalar (fotosintez)

Afzalliklari. Yuqori selektivlik (ma’lum to‘lqin uzunligi ma’lum bog‘larni faqat o‘zi faollashtiradi). Past haroratda amalga oshirilishi mumkin. Energiya tejovchanlik (quyosh energiyasidan foydalanish mumkin). Yuqori tozalikdagi mahsulotlar olish imkoniyati

Kamchiliklari. Erituvchi va reagentlarning ma’lum to‘lqin uzunligida shaffof bo‘lishi talabi. Katalizatorlarning fotokorroziyasi. Yorug‘lik manbalarining qimmatligi

Yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi. Fotokimyoviy usul yashil kimyo tamoyillariga yuqori darajada mos keladi, chunki u energiya tejash, yuqori selektivlik va toksik katalizatorlardan foydalanmaslik imkonini beradi.

Elektrokimyoviy faollashtirish usuli

Prinsip va amalga oshirish. Elektrokimyoviy faollashtirish elektrolitga joylashtirilgan elektrodlar o‘rtasida potentsiallar farqini yaratish orqali amalga oshiriladi. Reaksiyalar elektrod-yechim interfeysida sodir bo‘ladi.

Afzalliklari. Yuqori reaktiv va xavfli moddalarni sintez qilish zarurati yo‘q. Reaksiya tezligini tok kuchi orqali aniq nazorat qilish. Elektronlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri reagentlarga uzatiladi, katalizator zarurati yo‘q. Past haroratda amalga oshirilishi mumkin

Kamchiliklari. Elektrod materiallarining tanlash cheklovlari. Elektrolitning o‘tkazuvchanligi talabi. Massa uzatish cheklovlari

Yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi. Elektrokimyoviy usul yashil kimyo tamoyillariga mos keladi, chunki u toksik katalizatorlardan foydalanmaslik, yuqori selektivlik va energiya samaradorligini ta’minlaydi.

Ultratovushli faollashtirish usuli

Prinsip va kavitatsiya hodisasi. Ultratovushli faollashtirish 20 kHz dan yuqori chastotali to‘lqinlar ta’sirida amalga oshiriladi. Asosiy mexanizm - kavitatsiya hodisasi: suyuqlikda pufakchalar hosil bo‘lishi va ularning portlashi

ISSN 3030-3907

natijasida mahalliy yuqori harorat (5000 K gacha) va bosim (1000 atm gacha) hosil bo‘lishi.

Afzalliklari. Qattiq, suyuq va pastasimon sistemalar uchun mos. Reaksiya tezligini sezilarli oshirish. Erituvchilardan foydalanishni kamaytirish. Kavitatsiya natijasida erkin radikallar hosil bo‘lishi

Kamchiliklari. Gaz muhitida samarasiz. Energiya iste’moli. Ultratovush generatorlarining qimmatligi

Yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi. Ultratovushli usul yashil kimyo tamoyillariga nisbatan mos keladi, chunki u erituvchilardan foydalanishni kamaytirishga yordam beradi va reaksiya tezligini oshirib, energiya sarfini qisqartiradi.

Mexanik faollashtirish usuli (mexanokimyo)

Prinsip va amalga oshirish. Mexanik faollashtirish qattiq jismlarning plastik deformatsiyasi, maydalash, ishqalanish va aralashtirish orqali amalga oshiriladi. Tashqi mexanik ta’sir natijasida reagentlarda mexanik nuqsonlar to‘planadi va ularning reaksiyaga kirishish qobiliyati oshadi.

Afzalliklari. Erituvchilardan deyarli foydalanmaslik. Odatda xona haroratida amalga oshirilishi. Reagentlarning yuqori kontsentratsiyasi. Reaksiya tezligining yuqoriligi

Kamchiliklari. Faqat qattiq reagentlar uchun mos. Mexanik uskunaning energiya iste’moli. Mahsulotlarni ajratish qiyinchiliklari

Yashil kimyo tamoyillariga muvofiqligi. Mexanik usul yashil kimyo tamoyillariga yuqori darajada mos keladi, chunki u erituvchilardan deyarli foydalanmaydi, energiya sarfini kamaytiradi va oddiy sharoitda amalga oshiriladi.



Usullarning qiyosiy tahlili

Energiya sarfi bo‘yicha.

ISSN 3030-3907

1. Termik usul - eng yuqori energiya sarfi
2. Ultratovushli usul - o‘rtacha energiya sarfi
3. Fotokimyoviy usul - quyosh energiyasidan foydalanganda past
4. Elektrokimyoviy usul - o‘zgaruvchan
5. Mexanik usul - nisbatan past

Selektivlik bo‘yicha

1. Fotokimyoviy usul - eng yuqori selektivlik
2. Elektrokimyoviy usul - yuqori selektivlik
3. Termik usul - past selektivlik
4. Ultratovushli va mexanik usullar - o‘rtacha selektivlik

6.3. Ekologik jihatdan

1. Fotokimyoviy va elektrokimyoviy usullar - eng ekologik toza
2. Mexanik usul - erituvchilardan foydalanmasligi tufayli ekologik
3. Ultratovushli usul - nisbatan ekologik
4. Termik usul - eng kam ekologik toza

6.4. Amaliy qo‘llanilish

1. Termik usul - eng keng qo‘llaniladi
2. Elektrokimyoviy usul - sanoatda keng qo‘llaniladi
3. Ultratovushli usul - laboratoriyada va sanoatda qisman qo‘llaniladi
4. Fotokimyoviy usul - cheklangan qo‘llanilish
5. Mexanik usul - yangi rivojlanayotgan usul

Xulosa

Kimyoviy jarayonlarni faollashtirishning turli usullari yashil kimyo tamoyillariga turlicha darajada mos keladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

- **Fotokimyoviy va elektrokimyoviy usullar** yuqori selektivlik, energiya tejash va ekologik tozalik jihatidan yashil kimyo tamoyillariga eng mos keladi. Ular organik sintez, suvni tozalash va farmatsevtika sanoatida keng qo‘llanilish istiqbolliga ega.
- **Mexanik faollashtirish** erituvchilardan deyarli foydalanmasligi tufayli "erituvchisiz kimyo" tamoyiliga to‘liq mos keladi. U materialshunoslik, qattiq fazali sintez va farmatsevtika sohalarida istiqbolli hisoblanadi.
- **Ultratovushli faollashtirish** reaksiya tezligini sezilarli oshirish va erituvchilardan foydalanishni kamaytirish imkoniyati beradi. U ekstraksiya, nano materiallar sintezi va kataliz sohalarida samarali qo‘llanilishi mumkin.
- **An’anaviy termik faollashtirish** esa yuqori energiya sarfi va past selektivligi tufayli yashil kimyo tamoyillariga kamroq mos keladi. Biroq, u hali ham ko‘plab sanoat jarayonlarida asosiy usul bo‘lib qolmoqda.

Kelajakda ushbu usullarni optimal birlashtirish (masalan, fotokimyoviy va mexanik usullarni birgalikda qo‘llash) orqali kimyoviy jarayonlarning samaradorligini oshirish va atrof-muhitga ta’sirni minimallashtirish mumkin.

ISSN 3030-3907

Yashil kimyo tamoyillariga asoslangan innovatsion faollashtirish usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish zamonaviy kimyo sanoatining barqaror rivojlanishi uchun muhim yo‘nalish hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Адизова, Н. З., М. С. Рахматов, and З. М. Бердиева. "Перспективы атмосферных оптических линий связи нового поколения." Современные материалы, техника и технология», Материалы: 134-135.
2. Ergashov M. Y., Sodiqov B. B. ZAMONAVIY KIMYO FANI O ‘QITUVCHILARINI SHAKLLANTIRISH USULLARI //Inter education & global study. – 2025. – №. 2. – С. 161-167.
3. Yarashovich E. M. et al. UMUMIY ORTA TALIM MAKTABLARIDA ORGANIK KIMYO FANIDAN “ALKANLAR” MAVZUSINI OTISHDA PINBORD USULINI QOLLASH //INTELLECTUAL EDUCATION TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND INNOVATIVE DIGITAL TOOLS. – 2024. – Т. 3. – №. 31. – С. 17-22.
4. Yarashovich E. M. et al. MODULLI O‘QITISH-O‘QUVCHILAR O‘QUV-BI'LUV FAOLIYATI SAMARADORLIGINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASI //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2022. – Т. 10. – №. 10. – С. 682-686.

ISSN 3030-3907