

Зеленая химия

Статья из Новой Российской Энциклопедии

Е.С.Локтева

Зеленая химия (з.х.), или химия в интересах устойчивого развития – это новый подход к химии. Концепция устойчивого развития принята мировым сообществом в ряде документов¹⁻². ООН объявила 2005-2014 годы десятилетием устойчивого развития³. Устойчивое развитие удовлетворяет нужды нынешнего поколения и не ставит под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять собственные потребности. Ключевую роль в устойчивом развитии играет з.х. Этот подход подразумевает переход от простой утилизации загрязнений к конструированию новых химических процессов, позволяющих снизить экологическую нагрузку на всех стадиях, от производства энергии до утилизации отходов. При выборе между несколькими целевыми продуктами с необходимыми свойствами важным критерием является максимальная их безопасность для человека и окружающей среды. Анастас и Уорнер⁴ сформулировали 12 принципов з.х., которые кратко выражают ее суть. Эти принципы включают предотвращение выброса загрязнений как альтернативу утилизации отходов; предотвращение аварий; использование в качестве исходных и конечных продуктов веществ с минимальной токсичностью; сокращение числа стадий процесса и отказ от вспомогательных веществ (экстрагентов, растворителей и др.) или использование безвредных; минимизацию экономических и экологических затрат при производстве необходимой для проведения химического процесса энергии; снижение энергетических затрат, что достигается проведением процессов при условиях окружающей среды (температура, давление); замену стехиометрических реакций каталитическими; применение возобновляемого сырья и выбор в качестве целевых биоразлагаемых продуктов; а также мониторинг продуктов реакции в режиме реального времени. Суммируя, можно сказать, что зеленая химия эффективно использует преимущественно возобновляемое сырье и энергию, не дает загрязнений и не использует токсичные и/или опасные реагенты и растворители при производстве и применении химических продуктов.

Количественные параметры, позволяющие оценить степень «зелености» процесса, ввел Р.Шелдон⁵. Это E-фактор (отношение массы всех побочных продуктов

реакции или процесса к массе целевого продукта) и атомная эффективность (отношение молярной массы целевого продукта к сумме молярных масс всех остальных продуктов в стехиометрическом уравнении). Чем меньше E-фактор, и чем ближе атомная эффективность к 100%, тем более «зелеными» являются реакция или процесс.

В настоящее время E-фактор в нефтехимических процессах составляет 0,1, в производстве основных химических продуктов 1-5, в тонком органическом синтезе 5-50, в производстве лекарств 25-100. Замена стехиометрических процессов каталитическими и использование «зеленых» растворителей - главные направления снижения E-фактора в многостадийных процессах.

Литература

1. Our Common Future (1987), Oxford: Oxford University Press.
2. Agenda 21: Earth Summit - The United Nations Programme of Action from Rio, 1993, 294 p.; <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>
3. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН №57/254
4. P.T.Anastas, J.C.Warner, Eds., "Green Chemistry: Theory and Practice", Oxford University Press, 1998.
5. R.A.Sheldon, Chem.Ind. (London), 1992, 903 and 1997, 12; R.A.Sheldon, Pure Appl.Chem., 2000, 72, 1233.