§1.

Что такое зеленая химия и общие сведения о ней.

1.1.

Что такое зелёная химия.

В последнее десятилетие химики осознали, что химическое производство в его современном виде не имеет права на существование. В обществе прогрессирует хемофобия- отрицательное отношение к химии и её проявлениям. Оно частично оправдано- коптящие заводские трубы, ядовитые выхлопные газы, низкокачественные пищевые добавки, отравление водоёмов, техногенные катастрофы- всё это вызывает только резко негативные эмоции. Получается, что прогресс в химической промышленности имеет как хорошую, так и негативную сторону- огромную нагрузку на окружающую среду и низкую безопасность природы и человека. Поэтому появилась глобальная стратегическая цель- превратить химическую промышленность в отрасль с « человеческим лицом». Сформировался новый способ мышления, который назвали « зелёной» химией.

1.2.

Основные принципы зелёной химии.

В узком понимании к зеленой химии можно отнести любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на окружающую среду. В более широком смысле зеленая химия - это инновационный подход к химии, который рассматривается не столько с утилитарных, сколько с гуманитарных позиций. В двадцатом веке считалось, что основная цель химической промышленности- получение прибыли. Но сейчас химики глубоко восприняли концепцию устойчивого развития, согласно которой удовлетворение потребностей нынешнего поколения не должно подвергать опасности будущие поколения. На основе этой концепции учёные сформулировали 12 принципов зелёной химии:

1. Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать остатки.
2. Методы синтеза надо выбирать таким образом, чтобы все материалы, использованные в процессе, были максимально переведены в конечный продукт.
3. Методы синтеза по возможности следует выбирать так, чтобы используемые и синтезируемые вещества были как можно менее вредными для человека и окружающей среды.
4. Создавая новые химические продукты, надо стараться сохранить эффективность работы, достигнутую ранее, при этом токсичность должна уменьшаться.
5. Вспомогательные вещества при производстве, такие, как растворители или разделяющие агенты, лучше не использовать совсем, а если это невозможно, их использование должно быть безвредным.
6. Обязательно следует учитывать энергетические затраты и их влияние на окружающую среду и стоимость продукта. Синтез по возможности надо проводить при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и при атмосферном давлении.
7. Исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно.
8. Где возможно, надо избегать получения промежуточных продуктов ( блокирующих групп, присоединение и снятие защиты и т.д.).
9. Всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам ( по возможности наиболее селективным).
10. Химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты.
11. Нужно развивать аналитические методики, чтобы можно было следить в реальном времени за образованием опасных продуктов.
12. Вещества и формы веществ, используемых в химических процессах, нужно выбирать таким образом, чтобы риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, были минимальными.

1.3.

Четыре общих принципа.

В целом из всех этих принципов выделяют четыре общих. Главный принцип состоит в том, что лучше предотвратить образование загрязнений, чем потом от них избавляться. Для этого надо реализовывать такие процессы, в которых побочные продукты либо совсем не образуются, либо представляют собой безвредные вещества. Например, в органической химии в качестве восстановителя стали использовать водород, который не нужно утилизировать, так как он превращается в обычную воду. А для окисления органических веществ отлично подходит оксид азота, который преобразуется в безвредный азот.

Второй по значимости принцип связан с эффективностью химических превращений. Это означает, что синтез веществ следует планировать так, чтобы максимальное количество исходных материалов вошло в конечный продукт, а число неиспользуемых отходов стало минимальным.

Третий принцип связан с энергией. При разработке синтеза следует стремиться минимизировать энергетические затраты, а для этого химические процессы следует по возможности проводить при низких температурах и давлениях. Высокие температуры обычно нужны для преодоления энергетического барьера, разделяющего реагенты и продукты. Подбор подходящих катализаторов, которые снижают энергетический барьер, позволяет осуществлять химические реакции в мягких условиях.

Последний общий принцип связан с безопасностью химических производств. Вещества и процессы следует выбирать так, чтобы вероятность несчастных случаев- утечек, взрывов и пожаров, практически исчезла. Думающие химики думают не только о том, как получить тот или иной продукт, но и что с ним станет, когда в нем исчезнет нужда. Хорошие «зеленые» продукты постепенно разлагаются под действием воды, света или микроорганизмов до безопасных веществ, а не накапливаются в окружающей среде. Особенно полезны биоразлагаемые продукты, например, поликарбонаты.

Как известно для промышленных процессов используются исчерпаемые ресурсы: полезные ископаемые ( нефть, уголь, природный газ), которые рано или поздно закончатся. Зеленая химия ориентирована на возобновляемые ресурсы- растительные масла, целлюлозу, углекислый газ, из которого получают ценные полимеры- поликарбонаты, биомассу и бытовой мусор. В будущем эти виды сырья могут стать даже более дорогими, чем нефть или газ.

1.4.

Способы реализации принципов.

Способы реализации принципов зеленой химии можно разделить на три большие группы.

1. Поиск новых путей синтеза.
2. Разработка методов синтеза на основе возобновляемых реагентов, то есть тех, для получения которых не требуются нефть или природный газ.
3. Замена традиционных органических растворителей в технологических процессах.

Рассмотрим более подробно последнее направление. Растворители в технологических процессах выполняют несколько функций: доставка или отвод теплоты, эффективное смешивание реагентов, контроль их реакционной способности. Большинство растворителей, применяемых сейчас, это летучие органические вещества, получаемые из нефти. Почти все они огнеопасны, взрывоопасны и токсичны. Чтобы от них избавиться: можно проводить химический процесс вообще без растворителя; использовать в качестве растворителя воду, биоразлагающиеся растворители, сверхкритические жидкости. Реакции без растворителя хоть и удобны с экологической точки зрения, но на практике осуществимы довольно редко. Вода конечно тоже полезна, но многие неорганические вещества в ней нерастворимы. Однако большие надежды химики возлагают на сверхкритические жидкости- газы, сжатые до такого состояния, что их плотность приближается к плотности жидкости. Такое возможно только при критических температурах, поскольку ниже этого порога газ под давлением превращается в жидкость. Однако интерес к таким веществам возник недавно, в 1980-х годах. Одной из самых распространенных критических жидкостей является оксид углерода (IV) – CO2 - она довольно легко образуется при сжатии углекислого газа до нескольких десятков атмосфер при температуре чуть выше комнатной. Сверхкритический CO2 можно рассматривать, как экологически чистый растворитель. Он имеет очень высокую растворяющую способность и поэтому его часто используют в пищевой промышленности. Например, кофеин из зёрен зелёного кофе извлекают в огромных масштабах именно с помощью оксида углерода. Углекислый газ экстрагирует только кофеин, сохраняя все ароматные компоненты и не оставляя после себя никакого вреда, в отличие от органических растворителей. Подобную технологию также используют для экстракции хмеля при изготовлении пива, никотина из табака и различных ароматических веществ в парфюмерной промышленности. Другой пример сверхкритического процесса- использование СО2 одновременно и как растворителя, и как реагента для получения органических производных угольной кислоты. К недостаткам сверхкритического углекислого газа относится его низкая химическая активность, поэтому многие реакции с его участием требуют подбора катализатора. В любом случае, использование сверхкритических жидкостей вместо традиционных органических растворителей- перспективное направление зеленой химии.

Итак, для производства вещества существует много способов. Раньше люди использовали только самые экономичные из них, которые минимизируют расходы и увеличивают прибыль. Им было не столь важно каково качество изготовленного ими продукта, безопасен ли он для человека и окружающей среды. Однако теперь люди поняли, что кроме денег существуют и другие ценности в жизни, а именно бережное отношение к окружающей среде и забота о будущих поколениях. (Думаю, что люди это поняли очень давно. Часто жажда наживы помрачает рассудок и заглушает голос совести). Следует искать способы получения нужных веществ по принципам зеленой химии. И тогда будущие поколения людей будут жить не в сером, загрязненном и отравленном мире, а на зеленой и полезной для здоровья планете, в гармонии с окружающей средой. И теперь на вопрос: « Может ли химия быть безопасной?» можно спокойно ответить: « Да, если это зеленая химия».