

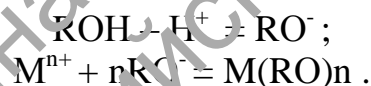
УДК 661+541.135

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХЕЛАТОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

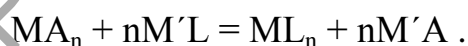
Н. Н. КОСТЮК, Т. А. ДИК
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Одним из важнейших направлений развития современного производства является получение химических веществ с заданными свойствами. В настоящее время хелаты переходных металлов являются одной из наиболее востребованных групп химических соединений. Они нашли широкое применение в различных отраслях реального сектора экономики: в энергетике, машиностроении, электронике, сельском хозяйстве, медицине и т. д. Несмотря на различные аспекты их практического применения, с точки зрения химии, методы их синтеза достаточно однотипны. Такая ситуация создает базу для разработки универсальной технологии синтеза хелатов переходных металлов.

Сами по себе хелатирующие агенты содержат в своем составе различные кислотные группы: ROH, RCH, RNH, RSH и др. Основой любой технологии получения хелатов металлов является перевод хелатирующего агента в ацидоформу путем элиминирования протона из его состава и связывание его с ионом металла, например:

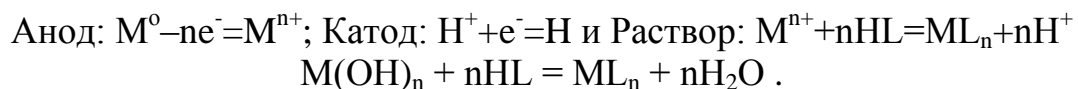


Осуществление данной реакции в соответствии с литературными данными могут быть реализованы 12-ю различными путями. В настоящее время наиболее востребован метод обмена лигандов



Однако, как видно из уравнения реакции одновременно с целевым продуктом происходит наработка побочного вещества, которое загрязняет целевой продукт. Поскольку в современных высоких технологиях предъявляются достаточно жесткие требования к чистоте используемых веществ необходима дополнительная очистка целевого продукта, что ведет к его значительному удорожанию и снижению выхода.

Наиболее перспективны в этом отношении для создания современных высокоэффективных технологий синтеза хелатов переходных металлов являются методы электрохимического синтеза и кислотно-основных превращений:



При осуществлении электролиза в качестве побочного продукта выделяется только водород, что позволяет рассматривать данный метод в качестве идеального с экологической точки зрения. Кислотно-основные превращения также не предусматривают в своей финальной стадии загрязняющих побочных веществ. По сравнению с электрохимическим методом они не требуют специальной аппаратуры для проведения электролиза и каких-либо токсических органических растворителей. Вместе с тем, при использовании кислотно-основных превращений невозможно создать универсальной технологии для всех переходных металлов, как в случае использования электролиза. Для каждого переходного металла в соответствии с его химическими свойствами необходима разработка отдельной схемы синтеза. В целом, эти два метода позволяют осуществлять синтез хелатов переходных и р-металлов высокой степени чистоты без дополнительной очистки. При этом использование электрохимического метода синтеза предпочтительно для получения безводных веществ или хелатных соединений, разлагающихся под действием влаги. Они нашли широкое применение в процессах газофазного разложения веществ, используемых в микроэлектронике и машиностроении. Для медицинских и сельскохозяйственных нужд могут быть востребованы хелатные соединения в форме гидратов, что делает востребованным синтез на основе кислотно-основных превращений.

На основании разработанных методик синтеза были созданы лабораторные и опытно-промышленные технологии получения ультрачистых хелатов р- и d-элементов (кроме металлов платиновой группы и неметаллов). Степень чистоты целевых продуктов контролировалась методами масс-спектрометрии с точностью до 10^{-4} г по отдельным видам примесей и не превышало значений 10^{-4} % по массе для калия и натрия. Это позволяет относить данные вещества к группе особо чистых веществ.

Количество стадий синтеза в разработанных методиках не превышало двух. С точки зрения «зеленой химии», данные технологии имеют крайне низкое значение E-фактора – 0,006 (отношение массы всех побочных продуктов реакции или процесса к массе целевого продукта) и близкое к предельно возможному значению атомной эффективности – 99 (отношение молярной массы целевого продукта к суммарной молярной массе всех веществ уравнения реакции или процесса).

Таким образом, на основе электролиза и кислотно-основных превращений разработаны два типа современных высокоэффективных технологий синтеза переходных металлов и ряда р-элементов. Использование данных технологий позволяет в одну-две стадии без дополнительной очистки целевого продукта получать ультрачистые хелаты переходных металлов и ряда р-элементов.

Электрохимическую технологию отличает универсальность методики для всех типов металлов и возможность ее использования для синтеза хелатных соединений, разлагающихся водой. Оба типа технологий не загрязняют окружающую среду и могут считаться экологичными.