**Изучение каталитических систем Rh/полиэтиленимин в тандемной реакции гидроформилирования-гидрирования олефинов**

***Кувандыкова Е.А.,1 Ненашева М.В.,1 Горбунов Д.Н.1***

*Студент, 4 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* *elenkuvandyk@yandex.ru*

Оксо-синтез – важный промышленный процесс получения кислородсодержащих соединений, включающий в себя стадию гидроформилирования олефинов. В промышленном гидроформилировании преимущественно используются системы Co/PR3 и Rh/PR3. Существует альтернатива стандартным фосфинсодержащим каталитическим системам – системы на основе третичных аминов. Они более дёшевы, долговечны и менее токсичны по сравнению с фосфинами, кроме того, позволяют в одну стадию получать первичные спирты посредством тандемной реакции гидроформилирования-гидрирования [1]. Особый интерес представляет использование в качестве лигандов макромолекул. Они сочетают в себе высокую плотность гетероатомов и широкие возможности для химических модификаций, в том числе с целью иммобилизации и управления свойствами.

В данной работе исследована каталитическая активность систем родия с немодифицированным и метилированным полиэтиленимином (PEI и PEI-Me, Рис.1) в тандемной реакции гидроформилирования-гидрирования олефинов в гомогенных и двухфазных системах.



Рис.1. Полиэтиленимин (PEI) и метилированный полиэтиленимин (PEI-Me)

Результаты каталитических экспериментов с модельным субстратом гексеном-1 (Табл.1) показали, что применение PEI-Me позволяет получить родиевую каталитическую систему, активную в обеих стадиях тандемного процесса гидроформилирования-гидрирования. Кроме того, установлено, что система PEI-Me/Rh может быть многократно использована в условиях двухфазного катализа (додекан-вода) и при дистилляционном отделении легкокипящих оксигенатов-продуктов, получаемых в тандемном гидроформилировании-гидрировании этилена.

Таблица 1. Выход гидроформилирования-гидрирования октена-1 в различных каталитических системах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Полимер и его масса, мг | Конверсия гексена-1, % | Выход оксигенатов, % | Выход спиртов, % | н:изо |
| -  | 99 | 98 | 0 | 0.9 |
| PEI, 5  | 2 | <1 | 0 | - |
| PEI-Me, 5 | 95 | 62 | 2 | 1.5 |
| PEI-Me, 250 | 97 | 59 | 28 | 1.6 |

Условия: Rh(acac)(CO)2 2.0 мг, толуол 2.5 мл, гексен-1 0.5 мл, 100 ˚С, давление синтез-газа 5.0 МПа, СО:Н2 = 1:1, 3 ч.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-79-00079).*

**Литература**

1. Reductive hydroformylation with a selective and highly active rhodium amine system / T. Rösler, K.R. Ehmann, K. Köhnke, M. Leutzsch, N. Wessel, A.J. Vorholt, W. Leitner // J. Catal. 2021. Vol. 400. P. 234-243.