

го значения вакуума использовалась вакуумная станция Vacuubrand PC 3001 VARIO. В результате этой операции получен лактид с выходом 79%.

Результаты проведенных экспериментов позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведена регенерация растворителей

### Список литературы

1. В.Н. Глотова, В.Т. Новиков, А.В. Яркова, Т.Н. Иженбина, О.С. Гордеева *Концентрирование растворов молочной кислоты для получения лактида // Сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук».* – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С.537–539.
2. Donald Garlotta. *A Literature Review of Poly (Lactic Acid) / Donald Garlotta // Journal of Polymers and the Environment, 2002.* – Т.9. – №2.
3. Rafael Auras. *Poly(lactic acid): synthesis, structures, properties, processing, and applications/ edited by Rafael Auras et. al., 2010.* – С.499.
4. А.А. Шкарин, А.В. Яркова, Ю.Е. Похарукова *Выбор условий для получения олигомеров молочной кислоты // Сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук».* – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С.537–539.
5. Храпцова А.Л., Прохода И.А., Глотова В.Н. *Регенерация этилацетата и бутилацетата из маточника лактида // Химия и химическая технология в XXI веке, 2013.* – Т.1. – №1. – С.189–191.

## КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДЛЯ «ЗЕЛЕННОГО» ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ СПИРТОВ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ СО

Е.Г. Пакриева, Е.Н. Колобова

Научный руководитель – д.х.н., профессор А.Н. Пестряков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, epakrieva@mail.ru*

В процессах переработки биомассы образуется большое количество побочных продуктов, в т.ч. спиртов, переработка которых в товарные продукты является одной из наиболее важных и перспективных задач «зеленой» химии. Селективное окисление спиртов в карбонильные и карбоксильные соединения на гетерогенных катализаторах является одним из наиболее перспективных путей решения данной проблемы.

Реакция окисления монооксида углерода представляет фундаментальный научный и практический интерес в связи с его актуальностью во многих отраслях промышленности.

Материалы на основе серебра являются превосходными катализаторами многих реакций высокотемпературного газофазного каталитического окисления. Однако существует сравнительно мало работ, посвященных жидкофазному окислению органических веществ, в которых в

из маточного раствора, состоящего из смеси растворителей.

2. Выделен лактид из маточного раствора с выходом 79%, который можно использовать в процессе полимеризации, предварительно очистив его от примесей.

качестве катализатора используют серебросодержащие системы.

Целью данной работы является синтез гетерогенных катализаторов на основе наночастиц серебра для низкотемпературных процессов селективного жидкофазного окисления 1-октанола и газофазного окисления СО, а также исследование каталитических, структурных и электронных свойств данных катализаторов, и их изменение в зависимости от природы модифицирующей добавки и атмосферы предварительной обработки.

Описание эксперимента: В качестве носителя был использован Titania Degussa P25. Модифицирование носителя проводили путем пропитки оксида титана водными растворами нитратов металлов (M=Ce, La, Fe и Mg), соотношение Ti/M=40. Для приготовления катализаторов в качестве предшественника серебра

использовали  $\text{AgNO}_3$  (Aldrich). Номинальное содержание металла составляло 2,3 мас.%. Образцы готовили методом контролируемого осаждения с  $\text{NaOH}$  в отсутствии света. Катализаторы были охарактеризованы SBET, FTIR CO, XPS, UV-vis и HRTEM методами. Каталитические свойства образцов изучались как после проведения предварительной обработки (в атмосфере  $\text{H}_2$  или  $\text{O}_2$  в течении 1 часа при  $T=300^\circ\text{C}$ ), так и без нее. Условия проведения процесса окисления 1-октанола: 0,1 М раствор н-октанола в н-гептане, без добавления оснований,  $T=80^\circ\text{C}$ , соотношение н-октанол/ $\text{Ag}=100$ , скорость кислорода 30 мл/мин. Реакцию наблюдали в течение 6 часов. Активность катализаторов в реакции окисления CO изучали при атмосферном давлении в реакционной газовой смеси: 1 об.% CO + 1 об.%  $\text{O}_2$  + 98 об.% Ar в проточном реакторе (скорость потока – 200 мл/мин, навеска катализатора – 0,5 г).

Результаты показали, что и природа носителя и атмосфера предварительной обработки существенно влияют на структурные, каталитические и электронные свойства серебряных катализаторов. Наибольшей активностью в обоих изучаемых процессах обладают образцы  $\text{Ag}/\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$  и  $\text{Ag}/\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , конверсия 1-октанола за 6 часов для этих катализаторов составила 12,25 и 7,64 мол.%, а 90% конверсия CO наблюдалась при  $T=110^\circ\text{C}$  и  $T=125^\circ\text{C}$ , соответственно.

Кроме того, независимо от атмосферы предварительной обработки ( $\text{H}_2$  или  $\text{O}_2$ ), для всех исследуемых модельных систем наблюдается потеря каталитической активности по сравнению со свежеприготовленными образцами. Системы  $\text{Ag}/\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$  и  $\text{Ag}/\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ , оказались менее подвержены влиянию окислительно-восстановительных обработок. HRTEM и спектроскопические данные показали наличие различных состояний серебра на поверхности носителя: ионы  $\text{Ag}^+$ , заряженные кластеры  $\text{Ag}_n^{\delta+}$  и нейтральные Ag наночастицы. Модификаторы очень сильно влияют на металл-носитель взаимодействие и стабилизируют определенное электронное состояние серебра на поверхности носителя. Ионные состояния серебра ( $\text{Ag}^+$  и  $\text{Ag}_n^{\delta+}$ ) оказались достаточно устойчивыми к окислительно-восстановительным обработкам.

Заключение: сопоставление каталитических и спектроскопических данных позволяет сделать вывод о том, что ионы  $\text{Ag}^+$  и частично заряженные кластеры  $\text{Ag}_n^{\delta+}$  выступают в качестве активных центров катализаторов в обоих изучаемых процессах. Полученные результаты показывают перспективность использования серебросодержащих катализаторов в процессах низкотемпературного окисления, а их активность может быть значительно увеличена путем подбора оптимального модификатора.

## БИОДЕСТРУКЦИЯ ДОННЫХ НЕФТЕШЛАМОВ

М.С. Полонский, В.В. Желнорович, А.Д. Крошечкин  
Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Ротарь

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rotarov@tpu.ru*

Нефть и нефтепродукты относятся к токсикантам, подавляющим почвенную микрофлору и нарушающим воздушный и гидрологический режим почв. Загрязнение воды и почвы нефтью зачастую приводит к изменению физико-химических, микробиологических, морфологических свойств почвы. В результате нефть пропитывает почву, обволакивает корни растительности, что нарушает обмен веществ в экосистеме и трофические связи.

Кроме того, деятельность нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности приводит к образованию такого вида отходов, как нефтешламы.

Цель работы состояла в исследовании образ-

цов нефтезагрязненного грунта нерекультивируемого и рекультивируемого участков. Рекультивация земель, как комплекс мер, направленных на восстановление плодородности земли и возвращения ее в оборот, проводится различными способами. Это могут быть механические, биологические, термические и физико-химические. Естественное самоочищение в крайне неблагоприятных северных условиях носит длительный промежуток времени.

Выбор метода восстановления загрязненных земель зависит от уровня ее загрязнения. Различают слабую, среднюю и сильную степень загрязненности. Кроме того, состав нефти, давность загрязнения, свойства почвы также опре-