

УДК 544.72.05

**МАССИВ МИКРОРЕАКТОРОВ НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНОВ СМАЧИВАНИЯ ДЛЯ
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Стародубцева К.В. (ИТМО), Смирнов А.А. (ИТМО)

**Научный руководитель – младший научный сотрудник, Карцев Д.Д.
(ИТМО)**

Введение. Химические реакции в микрометровых каплях жидкости (нанокapлях воды) демонстрируют поразительные отличия от реакций в объемном растворе. Одним из таких отличий является повышение скорости гомогенных реакций. В 2011 году Кукс и его коллеги впервые сообщили об ускоренных бимолекулярных реакциях в микрокаплях, образующихся в результате десорбционной масс-спектрометрии с ионизацией электрораспылением. Группа исследовала широкий спектр ускоренных органических реакций в микрокаплях [1]. С тех пор ускорение реакции в микрокаплях широко изучалось в основном, но не исключительно с помощью масс-спектрометрии, с использованием распыления или левитации капель в электрических или акустических полях, или с помощью эффекта Лейденфроста, с помощью тонких пленок [2-3].

Практическое применение данного феномена актуально в прикладном органическом синтезе. На сегодняшний день большинство лекарственных веществ являются по своей природе малыми молекулами. Синтез, анализ и очистка сотен потенциальных органических молекул требует много времени и большого количества химических реагентов. Применение синтеза в микрообъемах позволит не только миниатюризировать и упростить избыточный синтез, но и в значительной степени ускорить его. Несмотря на это, описанные ранее методы микросинтеза имеют ограничения в плане их применения. Например, для оптимизации существующего хорошо изученного метода электро-спрея (ESI, DESI) необходимо улучшить методику сбора капель с продуктом и сделать рабочую установку не столь усложненной и дорогой.

Целью данного проекта является создание платформы для генерации микрокапель жидкостей, которая позволила бы проводить химические реакции с ускорением. Основной особенностью данной платформы станет использование паттернов смачивания для генерации массивов микрокапель. Создание нового метода проведения реакций в микрообъемах не только расширит практическое применение данного феномена, но и позволит его дальнейшее изучение.

Основная часть. Для создания платформы для выполнения синтеза, очистки и характеристики органических соединений с применением поверхностей для генерации массивов капель мы провели следующие этапы:

- 1) Создали воспроизводимую методику генерации массивов капель из жидкостей с помощью паттерна, обладающего омнифобно-омнифильными свойствами. Делали чипы по методике полимеризации кремний содержащего органического вещества и его дальнейшей фотолитографии. Размеры получившихся лунок составили 10-30 микрон, это позволит воспроизводить нужные объемы капель 10 pL. Для паттерна исследования точности фотолитографии проводили с помощью Атомно Силовой Микроскопии и оптического микроскопа;
- 2) Подобрали две модельные реакции, которые обладают малой скоростью протекания реакции: 1) реакция получения оснований Шиффа; 2) конденсация Кляйзена-Шмидта.
- 3) Модельные реакции проводили по известным методикам [4-5] в макрообъеме. Ход реакции отслеживали с помощью тонкослойной хроматографии. Продукты и реагенты охарактеризовали методом ик-спектроскопии ATF-FTIR.

В дальнейшем планируется проведение подобранных модельных реакций в микрообъемах с использованием омнифобно-омнифильных паттернов смачивания. Для характеристики

нового метода синтеза мы сравним кинетику и селективность протекания реакций в микро- и макрообъемах.

Выводы. Созданы и протестированы омнифобно-омнифильные паттерны для генерации массивов микрореакторов. Проведен подбор модельных реакций, отвечающих требованиям к рассмотрению ускорения реакции на платформе. Подобранные реакции проведены в макрообъеме, выделены и охарактеризованы продукты модельных реакций.

Исследование выполнено в рамках работы по проекту НИРМА №623100 Массив микрореакторов на основе паттернов смачивания для высокопроизводительного органического синтеза.

Список использованных источников:

1. Cooks R.G., Girod M., Moyano E., Campbell D.I. Accelerated bimolecular reactions in microdroplets studied by desorption electrospray ionization mass spectrometry // *Chemical Science*. – 2011. – № 2. – С. 501-510.
2. Lingqi Qiu, Zhenwei Wei, Honggang Nie, R.G. Cooks. Reaction Acceleration Promoted by Partial Solvation at the Gas/Solution Interface // *ChemPlusChem*. – 2021. – Т. 86, № 10. – С. 1362-1365.
3. Zhenwei Wei, Yangjie Li, R.G. Cooks, Xin Yan. Accelerated Reaction Kinetics in Microdroplets: Overview and Recent Developments // *Annual Review of Physical Chemistry*. – 2020. – № 71. – С. 31-51.
4. V. Vashchenko, L. Kutulya, A. Krivoshey. Simple and Effective Protocol for Claisen-Schmidt Condensation of Hindered Cyclic Ketones with Aromatic Aldehydes // *Synthesis*. – 2007. – № 14. – С. 2125-2134.
5. Gazwan I. Saleh, Hasan A. Mohammed, Ziyad M. Mustafea. Synthesis, Characterization, Anti-bacterial Activity Study of Vanillin Schiff Base Complexes // *Kirkuk Journal of Science*. – 2021. – Т. 16, № 4. – С. 13-20.