

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МИКРОФЛЮИДНОГО ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Ржевский С.С. (ИТМО), Любимова А.В. (ИТМО), Тимофеева М.В. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, Миличко В.А. (ИТМО)

Введение. В настоящее время одним из векторов развития российской экономики является переход от импорта химического сырья к производству внутри страны. По данным аналитиков, в ряде веществ доля отечественного производства составляет около 8% [1]. Кроме того, наблюдается дефицит квалифицированных кадров, что значительно ухудшает перспективы оперативного создания новых предприятий [2]. Разработка устройств для проточного химического синтеза представляет собой перспективное решение данной проблемы. По сравнению с классическими “объемными” методами синтеза, микрофлюидные системы отличаются: эффективным массо- и теплопереносом; безопасностью для оператора и окружающей среды; высокой степенью контроля всех этапов процесса, а следовательно – возможностями автоматизации и роботизации [3]. Кроме того, подобные технологические платформы значительно проще масштабируются, позволяя наиболее быстро переходить от лабораторного эксперимента к микро- и малотоннажному производству.

Основная часть. В данной работе предлагается создание варианта лабораторного устройства для проведения реакции между двумя компонентами в проточном микрофлюидном режиме с производительностью до 50 мл/мин. В ходе работы спроектированы шприцевые дозаторы, устройство турбулентного смешения, реакционные модули двух типов (трубчатые и чип-реакторы на основе полидиметилсилоксана), устройства термостатирования и разделения выходных фаз, устройства контроля температуры и давления, системы обеспечения безопасности. Для реализации устройств разработаны электронные блоки управления на базе микроконтроллеров STM32 и встраиваемого микрокомпьютера Orange Pi, для которых написаны соответствующие прошивки и управляющее программное обеспечение. Для тестирования созданного устройства выбрана реакция синтеза перекиси метилэтилкетона – ценного химического сырья, используемого как отвердитель эпоксидных смол и герметиков. Тепло- и массообмен был смоделирован для различных конфигураций реактора. Система реализована с возможностями интеграции в системы умного производства (промышленного IoT), протестированы возможности применения машинного обучения для самооптимизации условий реакции [4].

Выводы. Собрана и протестирована рабочая установка умного микрофлюидного синтеза, которая проходит испытания в ряде исследовательских и промышленных лабораторий Санкт-Петербурга и Москвы: Университет ИТМО, ООО «Микрофлюидика», ООО «Флюитек» и др.

Список использованных источников:

1. Малотоннажная химия: как преодолеть зависимость от импорта? // Электронный информационный ресурс “Вестник химической промышленности”. 27.05.21 08:03 URL: <http://vestkhimprom.ru/news/malotonnazhnaya-khimiya-kak-preodolet-zavisimost-ot-importa> (дата обращения: 10.09.24). Режим доступа: открытый
2. Дефицит квалифицированных кадров в России достиг 1,5 млн человек // РБК. — 11.12.2024. — URL: <https://www.rbc.ru/economics/11/12/2024/67596ef49a79474844647e79>

(дата обращения: 08.01.2025). — Режим доступа: открытый.

3. Plutschack M. B. et al. The hitchhiker's guide to flow chemistry // *Chemical reviews*. – 2017. – Т. 117. – №. 18. – С. 11796-11893

4. Wang G. et al. Machine learning in unmanned systems for chemical synthesis // *Molecules*. – 2023. – Т. 28. – №. 5. – С. 2232.