**МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ ЭТАНОЛИЗА В МИКРОРЕАКТОРАХ**

Е.С. Боровинская1,2,В.П. Решетиловский1

1Дрезденский технический университет, 01069 Дрезден, Германия

[wladimir.reschetilowski@tu-dresden.de](mailto:wladimir.reschetilowski@tu-dresden.de)

2Санкт-Петербургский государственный технологический институт

(технический универстет), 190013 Ст.-Петербург, Россия

ekaterina.borovinskaya@daad-alumni.de

В связи с растущей нехваткой природных ископаемых и глобальным потеплением альтернативные ресурсы и возобновляемое топливо приобретают новое значение. Переэтерификация отходов масел (ОМ) является процессом рациональной химии для производства биодизельного топлива.

В большинстве коммерческих процессов для достижения высокого выхода биодизельного топлива используют избыток спирта и высокое количество катализатора. Эффективность производства биодизеля может быть существенно повышена за счет непрерывного процесса в микрореакторах. Первые эксперименты показали, что выход этиловых эфиров жирных кислот сильно зависит от массобмена, которым часто пренебрегают. Массообмен увеличивается при более высокой эффективности микросмешения и более низких внутренних размерах применяемых аппаратов. В непрерывных микрореакторах при более низких температурах и более коротком времени реакции можно получить больший выход целевого продукта, чем в реакторах периодического действия, при прочих равных условиях.

Благодаря значительно более высоким отношениям площади к объему, более быстрой скорости реакции и более быстрому массопереносу и теплопереносу в микрореакторах может быть достигнуто ускорение всего промышленного процесса. Поэтому производство биодизеля может быть интенсифицировано за счет применения микрореакторов.

Реакцию переэтерификации исследовали в различных системах с непрерывыми микрореакторами и в реакторе периодического действия. Для оценки эффективности переэтерификации было проведено исследование производства биодизельного топлива второго поколения методом этанолиза с использованием планирования экспериментов. Его цель состояла в том, чтобы повысить выход продукта и определить ключевые параметры процесса для дальнейшей оптимизации. На основе экспериментального анализа концентрация катализатора, скорость потока и соотношение этанол/масло были выбраны в качестве параметров для нескольких экспериментальных планов.

Полученные кинетические данные были описаны с использованием последовательными обратимых реакций, массоперенос учитывали с помощью пленочной модели. Математическое моделирование и анализ параметров модели помогли сделать вывод о лимитирующих стадиях исследуемого процесса и направить экспериментальные исследования в нужное русло. Наилучший изученный технологический путь, а также лучшая микрореакторная система позволяют осуществлять комплексное производство биодизеля из отходов с использованием возобновляемых ресурсов.