

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Родионова Ильи Сергеевича
«Макрокинетика гетерогенно-каталитического процесса с псевдооживленным слоем катализатора на примере синтеза Фишера-Тропша»,
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ

Диссертационная работа Родионова И.С. решает актуальную проблему кинетики и катализа – установление взаимосвязи между гидродинамикой псевдооживленного слоя и макрокинетикой экзотермических гетерогенно-каталитических реакций на примере синтеза метанола (как модельного процесса для синтеза Фишера-Тропша). Применение реакторов с псевдооживленным слоем позволяет интенсифицировать тепло- и массообмен, однако сложность прогнозирования гидродинамики требует индивидуальной параметризации моделей. Работа направлена на решение этой задачи с использованием современных CFD-методов, что определяет ее актуальность и практическую востребованность.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Впервые выполнена параметризация двухжидкостной континуальной модели (TFM) по результатам детального дискретного моделирования (CFD-DEM) для системы «газ – полидисперсные частицы катализатора $\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ и инертного материала» в реакторе с вертикальными распределительными решетками. Идентифицированы режимы псевдооживления (поршнеобразный, кипящий, турбулентный) с характерными скоростями газа 1.4, 3.0 и 5.0 м/с. Подобраны эмпирические параметры замыкающих соотношений TFM и впервые введен поправочный коэффициент 0.225 к модели сопротивления Гидаспова. Построена макрокинетическая модель синтеза метанола на основе модифицированного уравнения Аррениуса с погрешностью не более $\pm 5\%$. Интеграция кинетики в верифицированную TFM позволила выявить корреляцию между флуктуациями гидравлического сопротивления слоя и колебаниями выхода метанола: максимумы концентрации продукта соответствуют моментам взвешивания слоя (минимальному сопротивлению), что объясняет влияние нестационарной гидродинамики на макрокинетику.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методологии сопряженного CFD-моделирования гидродинамики и химической кинетики в секционированных псевдооживленных слоях. Практическая значимость работы обеспечивается возможностью выбора рабочей скорости газа и использования выявленной корреляции для оперативной диагностики режима псевдооживления по флуктуациям давления.

Публикации отражают основные результаты: 3 статьи в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России (в т.ч. в Applied Sciences), 3 тезисов докладов на конференциях. Апробация достаточна.

Замечания по автореферату (не снижающие общей положительной оценки):

1. При параметризации TFM автор использовал результаты CFD-DEM только для одной ячейки распределительной решетки. Однако в промышленном реакторе взаимное влияние соседних ячеек и переток газа между ними могут существенно изменить гидродинамику и макрокинетику. В работе не обсуждается, как будут масштабироваться полученные результаты на многоячейковую конструкцию.

2. В работе утверждается, что учет химических реакций не внес качественных изменений в гидродинамику слоя, однако FFT-анализ показал рост амплитуды доминирующей частоты пульсаций. Хотя автор объясняет это флуктуациями плотности газа из-за изменения состава, следовало бы более детально проанализировать возможное влияние экзотермичности реакций на гидродинамику и оценить чувствительность модели к тепловым эффектам.

Диссертационная работа Родионова И.С. является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне. Она соответствует паспорту специальности 1.4.14 (п. 5 и п. 6) и требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.). Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.

Даю согласие на обработку персональных данных.

Главный научный сотрудник,
АО «Центральный
Научно-исследовательский
институт специального машиностроения»,
Доктор химических наук
(1.4.7. (02.00.06) Высокомолекулярные
соединения)

А.А. Далинkevич

А.А. Далинkevич

10.06.2026

141371, Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, г. Хотьково, ул. Заводская 34
e-mail: dalinkevich@yandex.ru, телефон: (495) 993-00-11

Подпись Далинkevича Андрея Александровича удостоверяю
секретарь научно-технического совета



Г.В. Краснова

Краснова Г.В.

Вход. № 05-9065
« 16 » 06 2026 г.
подпись *Краснова*