

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертационной работы Жаворонкова Дмитрия Александровича  
«Физико-химические закономерности полимеризации изопрена непрерывным способом в присутствии каталитических систем, модифицированных в турбулентных потоках», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 02.00.04 – Физическая химия

Проблемы математического моделирования сложных химико-технологических процессов обусловлены трудностью построения адекватных моделей, которые составляют основу общего математического описания сложной химической реакции. Процесс полимеризации изопрена (2-метилбутадиена-1,3) в растворе изопентана в присутствии каталитических систем лежит в основе промышленного производства синтетического изопренового каучука, который проводится непрерывным способом в батарее реакторов. Построение адекватной математической модели процесса, протекающего в нескольких реакторах с учетом непрерывного поступления реакционной смеси, является одной из актуальных задач математического моделирования химико-технологических процессов.

В работе Жаворонкова Д.А. предложены математические модели периодического и непрерывного процессов полимеризации изопрена в присутствии полицентровой каталитической системы Циглера-Натта в условиях модификации в турбулентных потоках, основанные на кинетическом подходе. Методом математического моделирования было показано, что несмотря на различную природу атома переходного металла и, как следствие реакционную способность связи  $Ti(Nd)-C$ , по которой происходит рост макроцепи, а также композиционный состав многокомпонентного катализатора, полимеризация изопрена преимущественно протекает на активных центрах одного типа. Этот тип центров для титановых и неодимовых катализаторов имеет одинаковую вероятность ограничения роста цепей, несмотря на существенные различия в рабочих концентрациях катализатора и мольном соотношении катализатор/сокатализатор. Также показано, что важнейшим условием является использование суспензии сольвата хлорида неодима с размерами частиц около 100 нм и содержанием изопропилового спирта до 3 моль/моль  $NdCl_3$ . Это определяет необходимость модификации суспензии сольвата хлорида неодима в турбулентных потоках в качестве подготовительного этапа перед взаимодействием с алюминийорганической компонентой. Гидродинамическое воздействие на катализатор, расходуемый в непрерывной схеме полимеризации изопрена, обеспечивает стабильные технологические показате-

тели производства и качество полимера в условиях периодического способа приготовления различных партий каталитической системы.

Практическое значение результатов работы определяется возможностью их применения для прогнозирования режимов и молекулярных характеристик процесса полимеризации изопрена в присутствии каталитических систем Циглера-Натта непрерывным способом в каскаде реакторов в промышленных условиях. Достоверность полученных результатов обосновывается использованием зарекомендовавших себя методов и подходов, согласованностью экспериментальных и расчетных данных.

Основные научные результаты диссертационной работы представлены в изданиях из перечня ВАК РФ, базы цитирования SCOPUS, а также прошли широкую апробацию на научных конференциях российского и международного уровня.

В качестве замечаний по работе можно отметить следующее:

1. В автореферате отсутствуют такие необходимые элементы (по положениям ВАК) как:

- степень научной разработанности проблемы,
- соответствие паспорту специальности,
- личный вклад в опубликованных совместно работы, детализированные по каждой публикации,
- отличительные признаки научной новизны, тем более, что по данной тематике в Совете Д.212.013.10 защищено не менее четырех работ!!!

2. В разделе п.3.3. (стр.14) приводятся краткие сведения о модели непрерывного процесса полимеризации в каскаде реакторов. К сожалению результаты сравнительного моделирования (как это очень убедительно было сделано при разработке кинетического модуля) при сопоставлении с экспериментом не приводятся.

3. Особого обоснования требует отнесение полимеризатора к реакторам идеального смешения: если в первом реакторе в режиме пуска при нулевых начальных условиях это еще может быть принято, то в установившемся режиме, особенно во 2 (3) реакторе при высоких вязкостях, обусловленных большой концентрацией полимера и большим среднемассовым молекулярным весом условие идеального смешения вряд ли выполняются !?

Следует рассматривать протекание реакции в условиях диффузионных ограничений для кинетического модуля, либо в виде эквивалентного модуля гидродинамического уровня. Температура в условиях промышленной реализации не является постоянной, изменяется от реактора к реактору, что также следовало учесть.

Указанные замечания не снижают общих достоинств диссертационной работы. Автореферат полностью отражает актуальность, новизну и основные задачи исследования.

Считаю, что диссертационная работа Жаворонкова Дмитрия Александровича «Физико-химические закономерности полимеризации изопрена непрерывным способом в присутствии каталитических систем, модифицированных в турбулентных потоках» представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне, и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», которым должны отвечать кандидатские диссертации, а автор диссертационной работы – Жаворонков Дмитрий Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,  
Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук, профессор

*еиоф*

Подвальный Семен Леонидович  
«27» марта 2020 г.

Шифр специальности, по которой защищена диссертация д.т.н. Подвального С.Л.: 05.13.06 - Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность); 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

Подпись Подвального Семена Леонидовича  
заверяю:

Проректор по научной работе \_\_\_\_\_



*И.Г. Дроздов*

Почтовый адрес: 394026, РФ, Воронежская область, г. Воронеж, Московский проспект, д. 14, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»  
Рабочий телефон: +7 (473) 243-77-18  
E-mail Подвального С.Л.: [spodvalny@yandex.ru](mailto:spodvalny@yandex.ru)