

ОТЗЫВ

официального оппонента

Забирова Арслана Руслановича на диссертацию Поволоцкого Ильи Ильича «Теплоотдача к неидеальным растворам в процессах импульсного тепловыделения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника

Актуальность работы. Работа Поволоцкого И. И. посвящена исследованию теплоотдачи от проволочного зонда к жидким растворам, в том числе, в области не вполне устойчивых состояний, кратковременно перегретых относительно температуры равновесия жидкость-пар или жидкость-жидкость раствора при заданном давлении. К специфическим чертам, определяющим применимость растворов в качестве теплоносителя, можно отнести существенный масштаб области перегретых состояний, пониженную скорость роста паровой фазы, наличие дополнительного теплового сопротивления в режиме тепловой проводимости и усиление теплоотдачи при углублении в область неустойчивых состояний, перегретых относительно температуры спинодали жидкость-жидкость. Последняя черта наблюдается как в стационарных, так и импульсных процессах. Обоснованный выбор раствора в качестве теплоносителя и поиск его состава, соответствующего заданным условиям тепловыделения, требуют систематического изучения свойств растворов в широкой области изменения параметров, включая области не вполне устойчивых состояний.

В работе показана перспектива применения растворов с нижней критической температурой растворения в качестве теплоносителей в нестационарных процессах. С учетом современной тенденции к повышению интенсивности процессов при одновременном уменьшении размеров теплогенерирующих устройств, основное внимание уделено процессам, предусматривающим возможность мощного локального тепловыделения.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, насчитывающего 117 наименований, списка сокращений и условных обозначений, приложения. Работа изложена на 102 страницах, содержит 112 рисунков.

Во введении диссертации обоснована актуальность исследуемой темы, поставлена цель исследования, представлена научная новизна, подчеркнуты теоретическая и практическая значимости полученных результатов, указан личный вклад соискателя и апробация результатов на конференциях.

Первая глава посвящена анализу сведений о теплофизических свойствах растворов. Рассмотрены виды фазовых диаграмм, полученные при изучении фазового перехода жидкость-жидкость в разделяющихся растворах. Обсуждено явление перегрева жидкостей и методы его достижения. Проанализированы свойства бинарных растворов, такие как теплоемкость, как в критической области, так и в полной области концентраций. Проанализированы некоторые модели, описывающие теплопроводность в бинарных растворах. Обсуждены опыты Л.П. Филиппова, постулирующего явление дополнительного теплового сопротивления в растворах двух жидкостей. Описана методика получения противотурбулентных присадок для нефтепроводов и сложности её реализации.

Во второй главе рассмотрена процедура подготовки образцов и аттестации измерительного платинового проволочного зонда-термометра сопротивления на эталонной жидкости. Подробно описаны методики температурного плато и двухимпульсного нагрева. Приведены неопределенности выполненных измерений. Описана классическая методика обнаружения фазового перехода по механизму жидкость-жидкость, которая заключается в регистрации появления помутнения в объеме раствора.

Третья глава посвящена обсуждению полученных в диссертационном исследовании результатов. Для растворов с существенным отклонением свойств от идеальности подтверждена справедливость гипотезы Л.П. Филиппова как для растворов с отрицательным объемом смешения, так и для растворов с положительным объемом смешения. Были исследованы области абсолютной и относительной устойчивости (метастабильная область), а

также область абсолютной неустойчивости (лабильная область) раствора. При исследовании области абсолютной неустойчивости методом температурного плато было обнаружено явление пороговой интенсификации теплоотдачи, которая связывается со спиноподальным распадом.

Метод двухимпульсного нагрева был адаптирован для поиска предвестников фазового перехода по механизму жидкость-жидкость. Показано, что он может быть использован для контроля фазового состояния жидких сред в непрозрачных химических реакторах. Данный метод позволяет зарегистрировать начало фазового перехода на более ранних стадиях, чем это доступно методу визуального наблюдения. Этот факт является практически важным в технологии синтеза противотурбулентных присадок для нефтепроводов.

Научная новизна.

Справедливость гипотезы Л.П. Филиппова подтверждена для широкого класса бинарных растворов и для области не вполне устойчивых состояний. Получен неожиданный результат для растворов с отрицательным объёмом смешения.

Разработана и реализована на практике новая экспериментальная методика обнаружения температуры равновесия жидкость-жидкость, которая может быть использована в непрозрачных химических реакторах.

Найдены условия пороговой интенсификации теплообмена, которые могут быть использованы для практически важной задачи охлаждения микрорелектронных компонентов.

Теоретическая значимость.

По результатам опытов подтверждена гипотеза о взаимосвязи объема смешения при исходной температуре раствора, то есть, $v^E (T = T_0)$, с величиной дополнительного теплового сопротивления импульсно перегретого раствора с существенным отклонением от идеальности.

Практическая ценность данной работы обусловлена широким применением бинарных жидкостей, в том числе частично-смешиваемых систем, в технологических процессах с мощным тепловыделением. В общем случае, выбор теплоносителя требует знания тепловой проводимости растворов в широком диапазоне изменения концентраций, температур и давлений. Полученные в работе данные создают практическую основу для осуществления моделирования и позволяют подобрать бинарную жидкость под конкретную задачу. Результаты работы также нашли применение в совершенствовании методики синтеза отечественных противотурбулентных присадок для нефтепроводов.


Достоверность результатов подтверждается применением методов теплофизических измерений, уже ставшими классическими в научной среде и повторяемостью результатов измерений.

Замечания и вопросы:

1. Необходимо оформить Диссертацию в соответствии со всеми ГОСТами. Среди прочего рекомендуется использовать в заголовках один стиль шрифта, в основных обозначениях и сокращениях добавить размерность величин, убрать последнюю пустую страницу, добавить сквозную нумерацию всех формул, используемых в работе, ввести Главы (Глава 1, Глава 2 и т.д.). Рекомендуется не выделять жирным шрифтом отдельные фразы в предложениях, как это сделано, например, на стр.82 и 87. В Выводах обычно не делаются ссылки на работы. В Табл.1 лучше использовать отечественную, а не зарубежную аббревиатуру.
2. Рекомендуется ввести определения таких терминов, как «не вполне устойчивое состояние», «тепловая проводимость», «исходная температура раствора». В частности, нужно четко объяснить, в чем различие между устойчивым состоянием, неустойчивым и не вполне устойчивым. Почему авторы используют термин тепловая проводимость, чем она тепловая проводимость отличается от коэффициента теплоотдачи или теплопроводности.

3. Рекомендуется дать расшифровку (химический состав) всех используемых в работе веществ.
4. В разделе 1.4 отмечено, что в опытах Л.П. Филиппова все изученные растворы показали классическое поведение теплопроводности в окрестности критической точки жидкость-жидкость. Этот результат получен на фоне характерного пика теплоемкости в этой окрестности. Автор не приводит объяснений таким результатам, хотя они необходимы для понимания общей картины теплообмена в области пониженной устойчивости раствора.
5. Авторы используют новую методику определения равновесия жидкость-жидкость. Было бы полезно провести прямое сравнение экспериментальных результатов, полученных с использованием других методик определения равновесия жидкость-жидкость, при одних параметрах и условиях эксперимента.
6. Эксперименты выполнены на тонких проволочках. Из каких соображений выбиралась геометрия и размеры рабочего участка? Как оценивалась и какие предпринимались меры по контролю потерь тепла в токоподводе? Учитывалось ли относительное удлинение проволоки рабочего участка в процессе импульсного нагрева. Насколько надежен метод визуального наблюдения за фазовым разделением? Возможно ли использовать средства видеонаблюдения с привлечением средств машинного обучения для более точного и быстрого определения фазового разделения.
7. Возможен ли перенос результатов, полученных в масштабе малых времен и размеров на условия работы реального химического реактора? Какие существуют характерные масштабы при исследовании теплоотдачи к растворам в процессах импульсного тепловыделения?
8. Рекомендуется раздел «Прибор для косвенного контроля фазового состояния раствора» перенести в Главу «Экспериментальная часть». Раздел «Постановка задачи» не имеет нумерации и дублирует раздел «Задачи», введенный ранее.

Заключение. Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

<p>Официальный оппонент, кандидат технических наук (1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника), доцент кафедры инженерной теплофизики, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ».</p>	<p>Забиров Арслан Русланович</p> 
<p>Подпись А.Р. Забирова заверяю заместитель начальника управления по работе с персоналом, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»</p>	<p>Полевая Людмила Ивановна</p> 