

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аетова Алмаза Ураловича  
**«Теплофизические свойства веществ и закономерности процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности «1.3.14. – Теплофизика и теоретическая теплотехника».

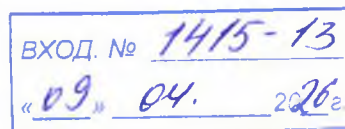
В современном мире химико-экологические и природоохранные аспекты промышленной безопасности приобретают важнейшее и первостепеннейшее значение с точки зрения сохранения благоприятной, комфортной («дружественной») и безопасной среды обитания человека на Земле. Лавинообразный рост объёмов мирового производства сопровождается таким же ростом количества опасных промышленных отходов, требующих обязательного уничтожения/утилизации и постоянного мониторинга степени их воздействия. Эффективное и экономное расходование природных ресурсов является одним из методов минимизации количества таких отходов и решения сопутствующих экологических проблем.

Основным направлением исследовательской деятельности соискателя стало повышение эффективности очистки сточных вод ПАО «Нижнекамскнефтехим», одного из отечественных промышленных гигантов. Сточные воды предприятия, в силу специфики его работы, загрязнены одновременно органическими продуктами и токсичными солями молибдена. Ныне существующие технологические методы очистки и утилизации таких сточных вод недостаточно эффективны, вследствие чего происходит усугубление экологических проблем региона с одновременным ростом огромных финансовых потерь предприятий «Нижнекамскнефтехима». Поэтому разработка эффективного, ресурсосберегающего и рентабельного способа выделения солей молибдена с одновременной утилизацией органических компонентов сточных вод является крайне **актуальной задачей**, результаты решения которой остро востребованы уже сейчас.

Кардинальное решение такой конкретной практической задачи невозможно без предварительного решения серии фундаментальных задач, в частности – без изучения теплофизических свойств основных химических компонентов упомянутых сточных вод, которые ранее не были описаны. Поэтому **цель работы**, в которой ключевыми элементами обозначены «*экспериментальное исследование ... изобарной теплоёмкости и коэффициента теплопроводности*» химических компонентов и «*технологические закономерности ... нового способа ... утилизации*», видится совершенно **обоснованной** как с точки зрения **практической важности**, так и ввиду её актуальности и **научной новизны**.

Важнейшими инструментами исследования соискателя стали экспериментальные установки исследования изобарной теплоёмкости  $C_p$  и коэффициента теплопроводности  $\lambda$  жидкофазных сред, а также проточная установка для сверхкритического водного окисления (СКВО) промышленного водного стока. Основная нагрузка в их проектировании и изготовлении легла на плечи соискателя, и с этой задачей он успешно справился.

Структура представленного автореферата является стандартной для большинства диссертационных работ технической направленности, все основные и необходимые разделы здесь присутствуют. Фактическое наполнение экспериментальным материалом и пояснениями каждого из пунктов является вполне достаточным для понимания сути и



объёма выполненного исследования, а также для ознакомления с наиболее значимыми результатами, полученными соискателем.

По материалам проведённых исследований опубликовано 29 работ, среди которых 15 научных статей в журналах, реферируемых в базах Web of Science, Scopus и RSCI, а также 4 патента РФ и одно Свидетельство о государственной регистрации программы. Дополнительно материалы исследования были оформлены и представлены в виде 30 докладов на научных конференциях всероссийского и международного уровня, что говорит о более чем достаточном опыте их общественной апробации и широкой научной экспертизе.

Наиболее важные результаты фундаментального характера изложены в четвёртой главе и связаны они с анализом полученных экспериментальных значений изобарных теплоёмкостей  $C_p$  и коэффициентов теплопроводности  $\lambda$  реальных сточных вод ПАО «Нижнекамскнефтехим» и сравнением их с ранее опубликованными массивами данных.

С химической точки зрения, к наиболее важным результатам следует отнести экспериментальные данные, описанные в Главе 5 и посвящённые научно-практическим вопросам СКВ-окисления органических соединений (олеиновой и уксусных кислот в качестве моделей, а также органических компонент реального промышленного стока) и солей молибдена в сточных водах. Учитывая успешное создание соискателем экспериментальной проточной установки СКВ-окисления, в которой нагрев реактора осуществляется индукционным способом, мне представляется разумным и логичным завершение этих работ-исследований внедрением разработанной соискателем технологии на реальном производстве ПАО «Нижнекамскнефтехим».

По фактическому наполнению автореферата возникло несколько вопросов, на части из которых хотелось бы остановиться:

- 1) В автореферате, посвящённой Главе 3, сказано, что «*определение состава ... образцов продукта реакции окисления осуществлено хроматографическим методом*» (цитата, стр. 10), но ничего не сказано о результатах применения этого метода, т.е. о химическом составе органических примесей. Почему? Какие компоненты являются главными загрязнителями? Насколько эффективно метод СКВО «справляется» с органическими примесями-загрязнителями?
- 2) В тексте автореферата отсутствует описание неорганической части химического состава молибденсодержащего шлама, причём как до СКВО-обработки сточных вод, так и после. Насколько полно удаётся извлекать соединения молибдена?
- 3) Поскольку полученные экспериментальные значения изобарных теплоёмкостей  $C_p$  и коэффициентов теплопроводности  $\lambda$  сточных вод являются одним из главных результатов диссертационной работы (см. Выводы), возникает закономерный вопрос: делалась ли попытка оценки вклада в эти величины органических и неорганических (молибденовых) загрязнителей?
- 4) В Главе «Заключение» хотелось бы увидеть не только перечисление основных результатов соискателя, но и реальные **ВЫВОДЫ** из проделанной работы, довольно большой по объёму выполненных исследований.

Указанные вопросы и замечания не затрагивают существа представленной работы и важности полученных результатов. Сформулированные задачи исследования решены

успешно, что позволило достичь цели работы. Нет сомнений, что соискатель продемонстрировал высокую профессиональную квалификацию и научную зрелость, необходимые для научно-квалификационной работы. Представленный материал соискателя прошёл необходимые (и исчерпывающие!) стадии профессионального рецензирования и апробации, подтверждая необходимый научный уровень полученных результатов и их релевантность.

Таким образом, по актуальности избранной темы, обоснованности научных положений, выносимых на защиту, важности полученных результатов, их достоверности, новизне и практической значимости диссертационная работа **соответствует всем требованиям ВАК**, в частности – соответствует **требованиям пункта 9** Положения о порядке присуждения учёных степеней, а её автор, Аетов Алмаз Уралович, **заслуживает присуждения** искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности «1.3.14. – Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Старший научный сотрудник Федерального  
исследовательского центра «Институт  
катализа им. Г.К. Борескова Сибирского  
отделения Российской академии наук»  
(ИК СО РАН), к.х.н., доцент

 /А.М. Чибирьев/

630090, г. Новосибирск, пр-кт акад. Лаврентьева, д.5,  
раб.тел.: 8(383)326-96-89; [chibirv@catalysis.ru](mailto:chibirv@catalysis.ru)

25 марта 2026 года

**«Подпись с.н.с. А.М. Чибирьева заверяю»**

Учёный секретарь ИК СО РАН, к.х.н.



/ Ю.В. Дубинин /