

О Т З Ы В

официального оппонента Мелихова Олега Игорьевича на диссертацию Базилевского Александра Викторовича «Динамика и распад струй сложных жидкостей», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Тема диссертационной работы Базилевского Александра Викторовича несомненно является **актуальной**, как с научной, так и с практической точек зрения. Течение и распад струи жидкости – важный элемент многочисленных технологических процессов (струйная печать, производство волокон, распыливание жидкостей и т.п.). Эти же процессы играют большую роль при рассмотрении вопросов промышленной безопасности, например, при тяжелой аварии на АЭС струя расплавленной активной зоны реактора может пролиться в находящуюся в шахте реактора воду, и от темпа распада струи расплава в воде зависит количество образующегося пара и соответственно уровень давления в системе. При этом во многих случаях имеет место течение струй именно реологически сложных жидкостей. Все это требует понимания гидродинамических особенностей струйных течений таких жидкостей, чему и посвящена оппонируемая диссертация.

Материалы диссертационной работы изложены на 319 страницах. Работа включает в себя введение, семь глав, заключение и список литературы из 372 источников.

Во введении обоснована актуальность и сформулирована цель работы, приведены общие характеристики диссертации и краткое содержание глав.

Первая глава представляет собой обзор современного состояния исследований, посвященных распаду струй сложных жидкостей, струйных методов реологических измерений и практических приложений.

Диссертант включил в обзор и собственные работы и результаты диссертации, что позволяет судить о роли и месте автора в данной области. В обзоре приводятся также результаты автора, не вошедшие в основные главы диссертации. В частности, излагаются примеры практического использования разработанных в диссертации методов реологического тестирования сложных жидкостей в различных областях науки и промышленности.

Вторая, третья и четвертая главы посвящены разработке методов измерения сил, действующих в движущейся струе. С помощью этих методов диссертантом были определены упругие напряжения в струе. Общей идеей всех методов является специальная постановка эксперимента со струями, при которой удастся извлечь информацию о силах в жидкости без использования специальных датчиков. Роль этих датчиков выполняют сами объекты исследования. При этом автор использовал современные средства регистрации процесса распада струй и разработал оригинальные компьютерные программы анализа экспериментальных данных. В результате А.В. Базилевскому удалось впервые количественно оценить эффект гидродинамического взаимодействия капель струи со связывающими их нитями. Для объяснения полученных экспериментальных результатов процесс взаимодействия нити с каплей был проанализирован теоретически. В результате сделано заключение о неизвестных ранее особенностях реологического поведения полимерных жидкостей.

На основе полученных в главах 2-4 данных о динамике струи сложной жидкости, в 5 и 6 главах диссертации была детально исследована кинетика распада струи (нити) и на основе этого разработан метод реологического тестирования различных жидкостей в условиях деформации растяжения. Для проведения экспериментов создан прибор микроРеотестер. В настоящее время этот прибор хорошо известен реологам и его версия

выпускается серийно компанией НААКЕ под названием CaBER1. С помощью созданного прибора впервые исследована реология полимерных растворов и суспензий частиц различной геометрии при растяжении.

В последней седьмой главе диссертации описаны разработанные автором струйные методы получения композитных волокон и углеродных трубок путем растяжения капли полимерной жидкости в электрическом поле. Здесь же с целью демонстрации возможностей разработанных струйных способов получения углеродных трубок приведены результаты экспериментов по течению жидкости и воздуха через эти трубки.

В ходе выполнения работы А.В. Базилевским создано несколько экспериментальных установок и разработаны оригинальные алгоритмы и компьютерные программы анализа экспериментальных данных.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается использованием таких экспериментальных методов как скоростная фото/видео съемка высокого разрешения, а также высокоточных цифровых методов анализа изображений. Кроме того, в диссертации представлено большое количество экспериментальных данных, на анализе которых основано построение моделей наблюдаемых явлений. При постановке экспериментов и разработке алгоритмов анализа результатов экспериментов сделаны оценки влияния различных факторов на ошибки измерений и точность получаемых данных. Сопоставление теоретических результатов с данными эксперимента показывает приемлемое соответствие.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций работы заключается в том, что диссертантом были развиты новые методы измерения динамических характеристик капиллярной струи (сил и напряжений) и реологических параметров сложных жидкостей, что позволило ему обнаружить новые гидродинамические и реологические

эффекты, для объяснения которых автором были построены новые математические модели.

Наиболее существенные научные результаты, полученные соискателем, состоят в следующем:

1. Разработаны новые экспериментальные методы измерения напряжений в полимерной струе. Используя эти методы, впервые измерены эффекты взаимодействия нитей струи с примыкающими каплями и проведен их теоретический анализ.
2. Получены новые зигзагообразные и горизонтальные формы распада струй и проведены расчеты таких струй.
3. Созданы новые методы исследования реологии жидкости при растяжении, а также основанные на этих методах приборы.
4. Впервые экспериментально исследованы закономерности утончения и разрыва струй (нитей) растворов полимеров и концентрированных суспензий. Предложены и проанализированы возможные механизмы разрыва нитей растворов полимеров и суспензий частиц.
5. Разработаны новые электрогидродинамические способы получения длинных композитных волокон и углеродных трубок.

Замечания по работе:

1. При формулировании уравнения струи (п.3.3) автором не была учтена сила сопротивления движению жидкости со стороны окружающего воздуха.

2. Автор не исследовал влияние температуры на изучаемые им процессы. Все эксперименты проводились только при температуре 20-25С. Известно, что реологические свойства жидкостей, а, следовательно, и гидродинамика течений существенно зависят от температуры. Было бы интересно узнать, как изучаемые процессы распада струй проходят при

других температурах. Эти результаты представляли бы значительный практический интерес.

3. В диссертации выполнено много оценок влияния различных факторов на исследуемые процессы и точность получаемых результатов, но нет оценок диссипативных тепловых эффектов в исследуемых течениях. В наибольшей степени это замечание относится к работам, описанным в шестой главе, посвященной экспериментам с суспензиями на основе высоковязких жидкостей, где были бы полезны оценки влияния степени неизотермичности эксперимента.

4. Эксперименты с колеблющимися струями (глава 3) проведены только при одной концентрации полимера в растворе (0.01%). Это не позволяет в полной мере сделать вывод о справедливости полученных данных для растворов других концентраций.

5. Третья часть главы 7, посвященная течению жидкости и газа через пучки микротрубок, хотя и представляет научный и практический интерес, несколько выходит за рамки общей струйной тематики работы.

6. Во введении, в списке публичных научных мероприятий, на которых были доложены материалы по теме диссертации, дважды упомянут III International Symposium «Current Problems of Rheology, Biorheology and Biomechanics».

7. Перепутана последовательность страниц 39 и 40.

Сделанные замечания не меняют положительного вывода о важности и значимости оппонируемой диссертации и в значительной мере носят рекомендательный характер для дальнейшего развития исследований.

В заключение следует констатировать, что диссертация Базилевского А.В. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне. Полученные научные результаты позволяют квалифицировать диссертацию как научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором

исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение в области гидродинамики струй жидкостей со сложной реологией. Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих научных периодических изданиях и доложены на научных конференциях. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Базилевского Александра Викторовича «Динамика и распад струй сложных жидкостей» отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент,
заместитель директора по научной работе
АО «Электрогорский научно-исследовательский центр
по безопасности АЭС»,
доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник



Мелихов Олег Игоревич

«11» марта 2016 г.

Адрес: 142530 Московская область, Электрогорск,
ул. Святого Константина, д. 6, Акционерное общество «Электрогорский
научно-исследовательский центр по безопасности атомных
электростанций»,

Тел. (49643) 3-30-74, e-mail: eresc@eresc.ru

«Подпись Мелихова О.И. заверяю.»

Начальник отдела управления персоналом АО «ЭНИЦ»




С.Г. Тучкова

«11» марта 2016 г.