



"УТВЕРЖДАЮ"

**Институт механики
сплошных сред
Уральского отделения
Российской академии наук
филиал
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Пермского федерального
исследовательского центра
(ИМСС УрО РАН)**

614013, г. Пермь, ул. Ак. Королёва, 1
Тел. (342) 237-84-61, факс 237-84-87
E-mail: mvp@icmm.ru

Директор Института механики
сплошных сред УрО РАН – филиала
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Пермского федерального
исследовательского центра Уральского
отделения Российской академии наук
академик РАН



[Signature] / В.П. Матвеевко

" 3 " июля 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Института механики сплошных сред УрО РАН – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук

по диссертации Кузнецовой Юлии Леонидовны "Реометрические течения полимерных жидкостей с учетом сдвигового расслоения потока"

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук "Реометрические течения полимерных жидкостей с учетом сдвигового расслоения потока" выполнена в лаборатории Вычислительной гидродинамики Института механики сплошных сред УрО РАН (ИМСС УрО РАН) – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (ПФИЦ УрО РАН).

Соискатель Кузнецова Юлия Леонидовна в 2003 г. окончила ГОУВПО «Пермский государственный технический университет» по направлению «Прикладная математика и информатика».

В период подготовки диссертации Ю.Л. Кузнецова обучалась в очной аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета по специальности «01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела» (01.11.2003–31.10.2006 гг.) и работала в ИМСС УрО РАН инженером в лаборатории Механики термопластов (2003 г. – 2018 г.), в лаборатории Вычислительной гидродинамики (2018 г. – наст. время).

В связи с изменением тематики исследований диссертационной работы на заседании Ученого совета ФГБУН ПФИЦ УрО РАН, протокол №01/18 от 17 января 2018 г., принято постановление об изменении специальности на 01.02.05 "Механика жидкости, газа и плазмы".

Справка № 68-асп об обучении в аспирантуре выдана 14 мая 2019 г. ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН». Удостоверение № 16 о сдаче кандидатских экзаменов по иностранному (английскому) языку – отлично, по специальности 01.02.05 механика жидкости, газа и плазмы – отлично, выдано 5 апреля 2019 г. ФГБУН ПФИЦ УрО РАН. Справка № 21 о сдаче кандидатского экзамена по истории и философия науки – удовлетворительно, выдана 2 июля 2019 года ФГБУН ПФИЦ УрО РАН.

Научный руководитель – д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории Вычислительной гидродинамики ИМСС УрО РАН, Скульский Олег Иванович – представил положительный отзыв о диссертации и соискателе.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

1. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

Автор диссертационной работы принимала активное участие в обсуждении постановок задач, самостоятельно провела аналитические и численные расчеты. Анализ и интерпретация полученных результатов, а также подготовка научных публикаций осуществлялись совместно с научным руководителем и соавторами. Выносимые на защиту основные положения диссертационной работы получены автором лично.

2. Степень достоверности результатов исследований.

Достоверность изложенных в работе результатов обеспечивается строгостью математических постановок задач, использованием фундаментальных положений математического анализа и механики сплошных сред. Достоверность результатов вычислений подтверждается сходимостью численных решений при уменьшении шага пространственной и временной сеток, а также качественным согласованием с экспериментальными данными.

3. Новизна и практическая значимость полученных результатов.

Впервые проведен анализ и верификация нелинейного мезоструктурного реологического определяющего соотношения модифицированной модели Виноградова–Покровского (MVP - модели) в области параметров, обеспечивающих немонотонность кривой течения, в приложении к описанию реометрических течений полимерных жидкостей с учетом сдвигового расслоения потока.

В результате впервые для MVP - модели: получены аналитические соотношения, устанавливающие поведение при изменении скорости сдвига основных реологических характеристик полимерных жидкостей и переменных, моделирующих состояние ее мезоструктуры; определена область значений параметров модели, обеспечивающих немонотонность кривой течения (существование локального минимума и максимума на зависимости сдвигового напряжения от скорости сдвига); показана способность модели предсказывать ограниченное относительное среднеквадратичное удлинение мезоструктуры и выделен диапазон значений параметров модели, удовлетворяющих данному свойству; установлено существование диапазона значений параметров модели, для которых линейный профиль скорости, формируемый в куэттовском течении, становится неустойчивым при превышении критической скорости сдвига; получены аналитические решения задач, моделирующих реометрические сдвиговые течения; показана возможность предсказывать формирование гистерезисной петли и плато на измеряемых в реометрических экспериментах зависимостях; предложена методика вычисления значений параметров модели на основе немонотонных экспериментальных данных, измеренных на капиллярных вискозиметрах.

Осуществленные в диссертационной работе исследования позволяют сделать вывод о возможности расширения области применимости MVP-модели, за счет использования параметров, обеспечивающих немонотонность кривой течения, для описания поведения класса жидкостей, проявляющих эффект разделения сдвигового потока на слои и связанные с ним явления гистерезиса и формирования плато на зависимостях, измеряемых в реометрических экспериментах.

4. Ценность научных работ соискателя ученой степени.

Результаты, изложенные в научных работах автора, обогатили знания о прогностических возможностях модифицированной модели Виноградова–Покровского в ранее неизученном диапазоне параметров модели, в частности, способность предсказывать немонотонность кривых течения, формирование гистерезисной петли и плато на измеряемых в реометрических экспериментах зависимостях.

Полученные результаты могут быть использованы: на этапе выбора реологической модели, подходящей для описания исследуемого материала; для верификации результатов численного моделирования реометрических течений жидкостей описываемых MVP - моделью; при описании сдвиговых течений растворов и расплавов полимеров в производственных процессах; для обработки реометрических экспериментальных данных полимерных жидкостей с

учетом эффекта расслоения и оптимизации процесса выбора подходящих для рассматриваемого материала параметров модели.

Показанное в работе влияние времени разгона до заданной скорости движения стенки на вид измеряемых в реометрических экспериментах характеристик может служить основанием для пересмотра методики реометрических испытаний. Результаты исследований дают основу для коррекции стандартной, общепринятой в большинстве реометров, методики обработки экспериментальных данных реологических испытаний жидкотекучих сред с изменяющейся в процессе течения структурой и проявляющих такие аномалии, как немонотонность кривой течения, гистерезис расходно-напорной характеристики.

5. Научная специальность, которой соответствует диссертация.

Представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы "Построение и исследование математических моделей для описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий, проведение экспериментальных исследований течений и их взаимодействия с телами и интерпретация экспериментальных данных с целью прогнозирования и контроля природных явлений и технологических процессов, включающих движения текучих сред", а именно пунктам: 1 – Реологические законы поведения текучих однородных и многофазных сред при механических и других воздействиях, 13 – Гидродинамическая устойчивость, 18 – Аналитические, асимптотические и численные методы исследования уравнений кинетических и континуальных моделей однородных и многофазных сред (конечно-разностные, спектральные, методы конечного объема, методы прямого моделирования и др.).

6. Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах.

Основное содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 11 публикациях, в том числе 6 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК:

1. Кузнецова Ю.Л., Скульский О.И., Пышнограй Г.В. Течение нелинейной упруговязкой жидкости в плоском канале под действием заданного перепада давления // Вычислительная механика сплошных сред. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 55-69.

2. Kuznetsova J.L., Skul'skiy O.I. Verification of mesoscopic models of viscoelastic fluids with a non-monotonic flow curve // Korea-Australia Rheology Journal. – 2016. – V. 28, № 1. – P. 33-40.

3. Кузнецова Ю.Л., Скульский О.И. Расслоение потока жидкости с немонотонной зависимостью напряжения течения от скорости деформации // Вычислительная механика сплошных сред. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 68-78.

4. Кузнецова Ю.Л., Скульский О.И. Влияние расслоения потока полимерных жидкостей на форму реологических характеристик // Вычислительная механика сплошных сред. – 2018. – Т. 11, № 4. – С. 429-437.

5. Славнов Е.В., Скульский О.И., Шакиров Н.В., Судаков А.И., Кузнецова Ю.Л., Кряжевских О.В. Реологическое поведение сверхвысокомолекулярного полиэтилена // Инженерно физический журнал. – 2018. – Т. 91, № 5. – С. 1392-1401.

6. Кузнецова Ю.Л., Скульский О.И. Влияние режимов течения на расслоение сдвигового потока жидкости с немонотонной кривой течения // Прикладная механика и техническая физика. – 2019. – Т. 60, № 1. – С. 27-36.

Перечисленные выше публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают основные положения всех содержательных глав диссертации. Третья глава [1], четвертая глава [1-4, 6], пятая глава [2, 3, 5].

Диссертационная работа *Кузнецовой Юлии Леонидовны* "Реометрические течения полимерных жидкостей с учетом сдвигового расслоения потока" представляет собой законченное исследование важных научных проблем, удовлетворяющее требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, и рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Заключение о диссертации *Кузнецовой Юлии Леонидовны* "Реометрические течения полимерных жидкостей с учетом сдвигового расслоения потока" утверждено и одобрено на заседании Научного семинара Института механики сплошных сред УрО РАН под руководством директора ИМСС УрО РАН, академика РАН Матвеевко В.П. 17 июня 2019 г., протокол № 11/19.

Присутствовало на заседании 22 человека, из них 4 доктора наук и 14 кандидатов наук. Результаты открытого голосования научных работников ИМСС УрО РАН: "за" – 22 чел., "против" – 0 чел., "воздержалось" – 0 чел.

**Председатель заседания научного семинара
Института механики сплошных сред УрО РАН:**

Главный научный сотрудник лаборатории
динамики дисперсных систем ИМСС УрО РАН
доктор физико-математических наук,
профессор Пшеничников Александр Федорович



/ Пшеничников А.Ф.