



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

**(АО «ВПК «НПО машиностроения»)**  
ул. Гагарина, д. 33, г. Реутов, Московская область, 143966  
телеграфный: Реутов Московской ВЕСНА (АТ346416)  
Тел.: (495) 528-30-18 (канцелярия) Факс: (495) 302-20-01  
E-mail: vpk@vpk.npomash.ru http://www.npomash.ru  
ОКПО 07501739, ОГРН 1075012001492  
ИНН/КПП 5012039795/504101001

Учёному секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.14,  
кандидату физико-математических  
наук, доценту В.Ю. Гидаспову

Волоколамское шоссе, д. 4,  
г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993

14.12.2020 № 8/449  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Отзыв на автореферат диссертации  
Ли Шугуана

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ли Шугуана на тему «Моделирование движений неньютоновских вязких жидкостей в пористых средах на основе метода асимптотической гомогенизации», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация посвящена **актуальным** вопросам математического моделирования процессов фильтрации неньютоновских жидких сред в недеформируемом проницаемом каркасе пористых структур. Задача прогнозирования таких движений жидкости появляется в процессе изготовления композиционных материалов различными промышленными способами, основанными на пропитке жидким связующим. Подобные материалы широко применяются в агрегатах и системах изделий ракетно-космической техники. Автором выполнен подробный анализ существующих теоретических положений в области математического описания поведения движения жидкостей в неоднородных структурах природного и искусственного происхождения. Убедительно показана необходимость создания нового математического аппарата, основанного на методе асимптотической гомогенизации, и численных алгоритмов для вычисления физических характеристик гетерогенных смесей, предлагаемые автором.

Собственные исследования диссертанта отличаются **научной новизной**: предложен нелинейный закон фильтрации неньютоновской вязкой жидкости в пористой среде, разработаны численные алгоритмы решения задач на ячейке, описывающих микродвижения неньютоновских жидкостей в рамках модели Карро.

**Практическая значимость** работы заключается в расширении области применения метода асимптотической гомогенизации на задачи изготовления композитов с помощью технологии RTM.

**Достоверность** научных результатов обосновывается применением известного теоретического метода и соответствием результатов компьютерного моделирования известным решениям.

Результаты работы прошли **достаточную апробацию** на научных семинарах и конференциях, нашли должное отражение в 8 научных работах, опубликованных в рецензируемых журналах.

Отмечая, в целом, высокий научно-технический уровень работы, следует указать на некоторые **недостатки**:

- не совсем понятно обоснование правомерности построений (9), принятых на странице 7, - введение малого параметра  $\kappa \rightarrow 0$  в безразмерные критерии Эйлера, Рейнольдса и Карро, поскольку, строго говоря, при использовании теоретических положений метода малого параметра необходимо определить и другие (в общем случае не геометрические) параметры  $\kappa_i \ll 1$ ,  $i = 1, 3$ , отличные от  $\kappa$ ;

- было бы интересно знать, в силу каких физико-химических допущений бензол рассматривается в качестве неньютоновской жидкости, поскольку при нормальных условиях этот углеводород принадлежит классу ньютоновских жидких сред (страница 12).

Вместе с тем, как следует из автореферата, диссертация Ли Шугуана является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Отзыв заслушан и одобрен на секции НТС АО «ВПК «НПО машиностроения», протокол от 09.12.2020 № 6/2020.

Заместитель начальника ЦКБМ – начальник отделения,  
кандидат технических наук

Новиков Андрей Евгеньевич

Первый заместитель начальника отделения,  
кандидат технических наук

Реш Георгий Фридрихович

*Личные подписи А.Е. Новикова и Г.Ф. Реша заверяю:*

Учёный секретарь НТС,  
кандидат физико-математических наук



Бочилов Леонид Сергеевич