

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу  
“Волны в анизотропных редуцированных средах Коссера специального типа”,  
выполненную обучающимся гр. 5040103/00201

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого  
*Рубцовым Александром Дмитриевичем*

### **Характеристика работы, её актуальность.**

Работа посвящена совершенствованию теоретического описания динамики сыпучих сред применительно к изучению поведения мелкодисперсных материалов. С этой целью исследуются волновые процессы в редуцированной упругой среде Коссера, модель которой дополнена введением перекрестного члена в энергии, связывающего трансляционные и поворотные деформации.

Рассмотрены свободные волны в неограниченной трехмерной среде для случаев их распространения вдоль оси симметрии и в ортогональном направлении. Получены дисперсионные соотношения для каждого случая. Сделана попытка применить закономерности, установленные в рамках модели редуцированной среды Коссера с анизотропной перевязкой, для объяснения известных, но достаточно необычных результатов экспериментальных исследований, которые ранее не были интерпретированы.

Работа является развитием исследований, принадлежащих А. Кастельяносу, Е.Ф. Грековой и ряду других исследователей.

Актуальность выбранной темы обусловлена следующими обстоятельствами. В последние годы интенсивно развиваются производства, связанные с переработкой мелкодисперсных материалов. Соответствующие процессы широко используются в металлургической, горно-обогатительной, строительной, химической, фармацевтической промышленности, в аддитивных технологиях. Сложность практического использования подобных материалов связана с тем, что их свойства могут существенно изменяться в пространстве и во времени при различных внешних воздействиях. Теории, удовлетворительно описывающей поведение таких материалов, в настоящее время нет. Поэтому предпринятая в работе попытка описания динамики подобных сред является весьма актуальной.

### **Замечания, рекомендации.**

Существенных замечаний по работе нет.

В качестве редакционного замечания отметим, что в структуре работы, названиях разделов стоило более чётко разграничить обзорную часть и описание новых результатов. Название второй главы “Сравнение с экспериментальными данными” излишне лаконично.

Можно отметить, что результаты экспериментальных исследований с мелкодисперсными порошками стали и магнетита [Botello Francisco Ruiz, Castellanos Antonio, Tournat Vincent. 2016], взятые за основу для апробации теоретических построений, являются очень интересными, однако требуют дополнительного осмысления в части используемых методик и физического объяснения полученных зависимостей. Отчасти в рассматриваемой работе А.Д. Рубцова это сделано. В качестве рекомендации можно посоветовать автору в его дальнейшей работе следующее.

1. Продумать методику и провести самостоятельные более широкие эксперименты.
2. Попытаться использовать и другие, возможно более простые, способы моделирования. Интересно, например, сопоставить теорию и эксперименты с расчетом методом дискретных элементов или использовать другие модели, применяемые в механике сплошных сред.

### Общая оценка работы.

Оценивая работу в целом, можно отметить, что автор проявил знание современных методов механики сплошной среды, владение сложным математическим аппаратом и современными методами компьютерных вычислений, а также четко и грамотно изложил полученные результаты.

Ценность выполненной работы состоит в том, что, помимо получения в ней новых аналитических результатов, полученные соотношения использованы для анализа и объяснения известных экспериментальных данных. Это определяет возможность практического использования результатов работы.

Выпускная квалификационная работа Рубцова А.Д. по теме **“Волны в анизотропных редуцированных средах Коссера специального типа”** соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, и заслуживает оценки **“отлично”**.

Рецензент

Зав. лабораторией вибрационной механики  
Института проблем машиноведения РАН,  
кандидат техн. наук

Л.И. Блехман

31 мая 2022 г.

