

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Галимзяновой Ксении Павловны  
«Ползучесть и пластическое течение материалов  
в задачах со сферической симметрией»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.04 — Механика деформируемого твердого тела

Тема диссертации К.П.Галимзяновой, целью которой является постановка и решение задач как с малыми, так и с большими вязкоупругопластическими деформациями всесторонне сжатого сферического слоя, **актуальна** как для развития самой теории деформирования сложных сред, так и непосредственно для технических приложений.

В диссертации используются соотношения теории больших упругопластических деформаций, развиваемой Дальневосточной школой механиков. Нелинейное упругое поведение несжимаемого материала описывается законом Мурнагана, процесс ползучести – степенным законом Портона, пластическое течение материала – ассоциированным законом пластического течения с поверхностью текучести Мизеса постоянного радиуса, на сдвиг которой (кинематическое упрочнение) влияют вязкие свойства среды.

Поставлены и решены новые краевые задачи:

- о малых вязкоупругопластических деформациях всесторонне сжатого сферического слоя в процессе возрастания давления по линейному закону до определенного значения, поддержания давления при этом значении некоторое время и последующей разгрузке слоя тоже по линейному закону. При этом кинематическое упрочнение поверхности текучести за счет вязкости не учитывается;
- то же, что и в предыдущем случае, но с учетом влияния вязкости на сдвиг поверхности текучести;
- об изменении границы сферической микропоры при больших вязкоупругопластических деформациях среды ее расположения под действием равномерного давления, приложенного на эквидистантной к поверхности поры сфере. Учитывается влияние вязкости на сдвиг поверхности текучести.

Построенные для всех этих случаев системы дифференциальных уравнений в частных производных интегрируются численно конечно-разностным методом при соответствующих граничных и начальных условиях. Проведенный в диссертации большой объем вычислительных экспериментов позволил установить истории изменения во времени обратимых и необратимых (вязких и пластических) деформаций, релаксации напряжения после снятия нагрузки (все в

зависимости от радиуса) и развития зоны пластического течения. В задаче о сферической поре проанализировано изменение текущего радиуса поры и радиуса приложения нагрузки. На мой взгляд, выполнено добротное научное исследование поведения весьма сложной среды, в том числе в рамках конечных деформаций, что, несомненно, подтверждает квалификацию автора.

По автореферату имеются следующие **замечания**.

1. Величины  $\varepsilon_{ij}$  и  $\gamma_{ij}$  (стр. 7 автореферата) автор, являясь представителем Дальневосточной школы механиков, называет скоростями деформаций. Хотя это и широко распространенное название, оно не отвечает своему содержанию, как отмечал еще А.И.Лурье в своей монографии «Нелинейная теория упругости», М.: Наука, 1980. Механика деформируемого твердого тела оперирует с тензорами деформаций Коши-Грина или Альманзи, или Фингера, в которых соответствующий оператор деформации действует на вектор перемещения и результат этого действия должен буквально называться деформацией перемещения. Производная по времени от тензора деформации должна называться и называется скоростью деформации. Под  $\varepsilon_{ij}$  и  $\gamma_{ij}$  подразумеваются величины, отличные от производных по времени тензоров деформаций. В частности, под  $\varepsilon_{ij}$  понимается действие на вектор скорости  $\mathbf{v}$  линейного оператора деформации  $\varepsilon(\bullet) = [V(\bullet) + (V(\bullet))^T] / 2$ , где  $V$  - оператор Гамильтона относительно текущей конфигурации, и результат этого действия должен правильно называться тензором деформации скорости. Именно это название и использует в своих работах А.И.Лурье, в частности на стр. 39 вышеупомянутой монографии.
2. У материала существуют два предела текучести: на растяжение и на сдвиг. Следует указать, какой из них используется в соотношениях (7) и (8).
3. Полагаю, что в соотношениях (9) недостает следующих граничных условий:  $\sigma_{r\varphi} |_{r=R} = \sigma_{r\theta} |_{r=R} = \sigma_{r\varphi} |_{r=r_0} = \sigma_{r\theta} |_{r=r_0} = 0$ .
4. В соотношениях (28) неплохо бы указать значения начальных радиусов поры  $s_0$  и поверхности приложения давления  $R$ . Любопытно также, по какому закону изменялось давление  $P(t)$  и как понимать функцию  $\Phi$  в (31).

Высказанные замечания носят или редакционный, или дискуссионный характер и не умаляют ценность работы. Автореферат в полной мере отражает суть проведенных автором исследований, оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Диссертация «Ползучесть и пластическое течение материалов в задачах со сферической симметрией» полностью соответствует Паспорту специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела, является научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а соискатель Ксения Павловна Галимзя-

нова заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 —Механика деформируемого твердого тела.

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор физико-математических наук,  
профессор по специальности  
«Механика деформируемого твердого тела»  
Роговой Анатолий Алексеевич,  
главный научный сотрудник  
Института механики сплошных сред  
Уральского отделения Российской академии наук  
- филиала федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Пермского  
федерального исследовательского центра  
Уральского отделения РАН

Анатолий Алексеевич Роговой

Докторская диссертация записана по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Адрес места основной работы: 614018, г. Пермь, ул. Академика Королева, 1  
Сайт организации: <https://www.icmm.ru>  
Рабочий телефон: (342) 237-84-59.  
Адрес эл. почты: [rogovoy@icmm.ru](mailto:rogovoy@icmm.ru).

Я, Роговой Анатолий Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.