

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на Гачегову Елену Алексеевну,

представившую диссертационную работу

«Влияние лазерно-индуцированных остаточных напряжений на усталостную долговечность титановых образцов с концентраторами напряжений»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Гачегова Елена Алексеевна обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» с 2020 по 2024 год. Направление подготовки 01.06.01 — Математика и механика. Направленность образовательной программы 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела. Тема научно-квалификационной работы «Влияние лазерно-индуцированных остаточных напряжений на усталостную долговечность титановых образцов с концентраторами напряжений» утверждена Ученым советом ИМСС УрО РАН 10 февраля 2026 г., протокол № 02/26.

Представленная диссертационная работа Елены Алексеевны Гачеговой посвящена исследованию влияния лазерно-индуцированных остаточных напряжений на усталостную долговечность титановых образцов с концентраторами напряжений и направлена на решение актуальной научной и прикладной задачи механики деформируемого твердого тела – повышения ресурса ответственных элементов конструкций за счет управляемого формирования остаточных напряжений.

Диссертация включает в себя четыре главы. В первой главе выполнен обстоятельный анализ современного состояния проблемы создания и измерения остаточных напряжений, с акцентом на лазерную ударную обработку (ЛУО). Во второй главе подробно описан разработанный при непосредственном участии автора программно-аппаратный комплекс для реализации ЛУО в широком диапазоне плотностей мощности (1-90 ГВт/см²), обеспечивающий обработку деталей сложной геометрии и высокую воспроизводимость экспериментов. В третьей главе решены задачи верификации методики определения остаточных напряжений методом тензометрического сверления отверстия с учетом их неоднородного распределения по глубине. Показано, что применение стандартизированного подхода с кубическим распределением шагов измерений обеспечивает

наилучшее соответствие результатам рентгеновской дифракции. Экспериментально установлены закономерности формирования остаточных напряжений в титановых сплавах ВТ1-0, ОТ4-0 и ВТ6 в зависимости от плотности мощности, числа проходов, геометрии пятна и материала защитного покрытия. Для исследуемых материалов показано, что увеличение плотности мощности свыше 10-12 ГВт/см² не приводит к дальнейшему росту уровня сжимающих остаточных напряжений, а выбор защитного покрытия оказывает определяющее влияние на глубину и амплитуду сформированного напряженного состояния.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния различных схем ЛУО на усталостную долговечность образцов с концентраторами напряжений. Экспериментально показано, что при оптимальной локализации зоны обработки возможно кратное увеличение числа циклов до разрушения, а в отдельных случаях – более чем семикратный рост долговечности. Установлено, что основное влияние ЛУО проявляется на стадии зарождения усталостной трещины за счет формирования благоприятного поля сжимающих остаточных напряжений, ориентация которого согласуется с модой разрушения. Показана также возможность повышения допустимой рабочей нагрузки при сохранении заданной долговечности.

Научная новизна работы заключается в создании и внедрении универсального экспериментального комплекса для ЛУО, в разработке и верификации методики определения остаточных напряжений при их сложном распределении по глубине, а также в установлении количественных закономерностей влияния параметров ЛУО и схем обработки на усталостный ресурс титановых сплавов с концентраторами напряжений. Полученные результаты имеют как фундаментальное значение для механики разрушения, так и прикладную ценность для повышения ресурса ответственных конструктивных элементов.

В процессе работы над диссертацией Е.А. Гачегова проявила высокую степень самостоятельности, глубокое понимание механики процессов деформирования и разрушения, настойчивость в достижении поставленных целей и способность к комплексному анализу экспериментальных и численных данных. Автором лично выполнен значительный объем экспериментальных исследований, включая проведение лазерной ударной обработки, измерение остаточных напряжений, усталостные испытания и обработку результатов.

Результаты работы прошли широкую апробацию на российских и международных конференциях, опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, а также защищены патентами и свидетельством о регистрации программы для ЭВМ, что подтверждает их научную и практическую значимость.

За время выполнения диссертационной работы Е.А. Гачегова сформировалась как научных сотрудник и высококвалифицированный специалист, способный ставить и самостоятельно исследовать новые актуальные задачи механики деформируемого твёрдого тела. Считаю, что Гачегова Елена Алексеевна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Научный руководитель:

Директор ПФИЦ УрО РАН,
д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН



/ Плехов Олег Анатольевич

614018, г. Пермь, ул. Академика Королева 1, Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук", лаборатория термомеханики деформируемых твердых тел.

Тел.: +7 (342) 237-83-21.

E-mail: roa@icmm.ru.

«Я, Плехов Олег Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку».

/ Плехов Олег Анатольевич

27 февраля 2026 г.