

ЦЕНТРУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ ПНИПУ – 10 ЛЕТ!

В январе 2009 года создан Центр экспериментальной механики Пермского национального исследовательского политехнического университета (ЦЭМ ПНИПУ¹) с целью реализации инновационной образовательной программы ПНИПУ в рамках национального проекта «Образование» в части обеспечения эффективного, координированного совместного использования уникального дорогостоящего оборудования для проведения фундаментальных и прикладных исследований, повышения качества образования, подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Идея о создании передовой лаборатории с современным оборудованием и высококвалифицированным персоналом появилась еще задолго до открытия ЦЭМ. Первоначально в состав оборудования входили 4 испытательные системы фирмы Instron и одна трехмерная цифровая оптическая система Vic-3D. Следует отметить, что двухосевая сервогидравлическая испытательная машина Instron 8850 и видеосистема являлись первыми в России.

Дальнейшее развитие центра и формирование современного комплекса испытательного и измерительного оборудования от лучших мировых производителей в области испытания материалов осуществлялись благодаря реализации научно-исследовательских проектов, финансированию Правительства РФ и Пермского края, а также при поддержке ПНИПУ. На данный момент оборудование ЦЭМ включает 11 испытательных систем, системы анализа полей деформаций и температур, система регистрации сигналов акустической эмиссии, стереомикроскоп, а также высокоточные измерительные устройства и специализированные захватные приспособления для испытаний композиционных материалов по международным стандартам.

Центр экспериментальной механики (ЦЭМ) предназначен для коллективного пользования (ЦКП) научным и высокотехнологичным оборудованием. В составе оборудования центра уникальная научная установка (УНУ) «Комплекс испытательного и диагностического оборудования для исследования свойств конструкционных и функциональных материалов при сложных термомеханических воздействиях». Перечень оборудования:

- сервогидравлическая испытательная система Instron 8801 (нагрузка 100 кН; скорость от 0,1 мм/мин до 240 мм/с; частота 30 Гц), оснащена трехзонной высокотемпературной печью (от +300 до +1200 °С);
- две сервогидравлические двухосевые (растяжение-сжатие/кручение) испытательные системы Instron 8850 (нагрузка 100 кН/1000 Нм; скорость 0,1 мм/мин до 240 мм/с; частота 30 Гц), оснащены высокотемпературной печью (от +500 до +1500 °С) и цанговыми захватами;
- электромеханическая испытательная система Instron 5965 (нагрузка от 0,05 Н до 5 кН; скорость 0,001÷3000 мм/мин), оснащена бесконтактным видеоэкстензометром Instron AVE;
- электромеханическая испытательная система Instron 5882 (нагрузка 100 кН; скорость 0,001÷500 мм/мин), оснащена термокамерой (от –100 до +350 °С) и бесконтактным видеоэкстензометром Instron AVE;
- электромеханическая испытательная система Instron 5989 (нагрузка 600 кН; скорость 0,05÷500 мм/мин), оснащена термокамерой (от –70 до +350 °С);
- электромеханический ударный измерительный стенд-копер Instron CEAST 9350 (энергия удара 1800 Дж, скорость 24 м/с), оснащен термокамерой (от –70 до 150 °С);
- копер автоматизированный маятниковый Instron 450 MPX (энергия удара 450 Дж, скорость 0,5÷5,3 м/с);
- электродинамическая испытательная система Instron ElectroPuls E3000 (нагрузка 2,1 кН; в динамическом режиме до 3 кН; скорость 0,05÷200 мм/мин; частота 200 Гц), оснащена термокамерой (от –70 до +350 °С);
- электродинамическая двухосевая (растяжение-сжатие/кручение) испытательная система Instron ElectroPuls E10000 (нагрузка 10 кН/100 Нм; скорость 0,05÷200 мм/мин; частота 100 Гц); оснащена термокамерой (от –70 до +250 °С);
- бесконтактная трехмерная цифровая оптическая система анализа деформаций Vic-3D (комплекты камер с разрешением 1.4, 4.0, 16.0 Мп, скорость съемки до 100 Гц);
- акустико-эмиссионная система VALLEN AMSY-6 (8 независимых каналов; количество регистрируемых хитов в секунду – 140000; набор АЭ-датчиков AE144A (Ø 5 мм, 100–500 кГц), AE105A (Ø 5 мм, 450–1150 кГц), M31 (Ø 3 мм, 300–800 кГц));
- инфракрасная тепловизионная система FLIR SC7700M (скорость съемки до 2,9 кГц, время формирования кадра 3–20 мкс с шагом 1 мкс, чувствительность менее 0,025 °С);
- стереомикроскоп Carl Zeiss SteREO Discoverjy.V12.

Имеющийся комплекс испытательных установок и измерительных систем, удовлетворяющих требованиям мировых лидеров по производству научного оборудования, технических устройств и программного обеспечения, сосредоточенный в центре, создает условия для проведения исследований в указанной области на уровне лучших мировых образцов.

¹ Россия, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 15Д, ауд. 101, 103, 104. Тел.: +7 (342) 239-10-01, +7 (342) 239-15-20, +7 (342) 239-11-11, +7 (342) 219-87-32; e-mail: cem@pstu.ru, wildemann@pstu.ru.

Кадровый состав ЦЭМ включает 18 сотрудников, из них 2 доктора наук, профессора (1 член-корреспондент РАН), 6 кандидатов наук, персонала без ученой степени – 10, в том числе 6 аспирантов. Директором является доктор физико-математических наук, профессор Валерий Эрвинович Вильдеман.



Состав комплекса испытательного и измерительного оборудования ЦЭМ

Центр имеет значительный опыт проведения комплексных теоретических и экспериментальных исследований в рамках реализации научно-исследовательских проектов и грантов по следующим направлениям.

1. Поведение материалов при сложных нестационарных и комбинированных термомеханических воздействиях.
2. Мало- и многоцикловая усталость при сложных НДС и режимах нагружения.
3. Термомеханическая усталость.
4. Поведение материалов при квазистатических и циклических воздействиях в условиях концентрации напряжений.
5. Механика закритического деформирования, закономерности накопления повреждений и формирование условий макроразрушения.
6. Механика разрушения при смешанных формах нагружения в условиях квазистатических и циклических воздействий.
7. Закономерности неоднородного пластического течения металлов и сплавов.
8. Изучение закономерностей деформирования и разрушения композиционных материалов и полунатурных композитных образцов.
9. Исследование свойств армирующих элементов композитов (волокна, нити, ткани).
10. Деформационные и прочностные свойства функциональных материалов, используемых в медицине.

Материальная база ЦЭМ используется при реализации образовательных программ бакалавриата, магистратуры и аспирантуры на кафедре «Экспериментальная механика и конструктивное материаловедение» ПНИПУ, а также с целью повышения квалификации специалистов в области экспериментальной механики. Результаты, полученные на

оборудовании Центра, отражены в 11 кандидатских диссертациях, 5 из которых защищены сотрудниками ЦЭМ. Некоторые научные результаты сотрудников отражены в публикациях [1–14].

В связи с реализацией Постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 220 Минобрнауки России в составе ЦЭМ была создана научная лаборатория механики перспективных конструкционных и функциональных материалов, научным руководителем которой является заведующий кафедрой теории пластичности МГУ им. М.В. Ломоносова чл.-корр. РАН Евгений Викторович Ломакин.

В Центре экспериментальной механики проводятся работы по механическим испытаниям конструкционных и функциональных материалов различных классов и элементов конструкций в интересах следующих промышленных предприятий: АО «ОДК-Авиадвигатель», ПАО «ОДК-Сатурн», ПАО «Протон-ПМ», АО «УНИИКМ», АО «НИИПМ», АО «Нововет-Пермь», Hermith GmbH (Германия), НПП «Уником-Сервис», ООО «Кедрон», ООО «Новобур», ООО «Камаком» и др.

Ведется сотрудничество в научной-исследовательской сфере с российскими университетами и институтами: МГУ имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ИМСС УрО РАН, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, ИФПМ СО РАН, Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Институт машиноведения УрО РАН, ПГНИУ, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера и др.

ЦЭМ приглашает к сотрудничеству научные группы и коллективы с целью выполнения совместных работ в рамках реализации научно-исследовательских и образовательных российских и международных проектов и грантов.

Список публикаций

1. Экспериментальные исследования закритического деформирования и разрушения конструкционных материалов: моногр. / В.Э. Вильдеман, Е.В. Ломакин, М.П. Третьяков [и др.]. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 156 с.
2. Третьякова Т.В., Вильдеман В.Э. Пространственно-временная неоднородность процессов неупругого деформирования металлов. – М.: Физматлит, 2016. – 120 с.
3. Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях / В.Э. Вильдеман, М.П. Третьяков, Т.В. Третьякова [и др.] / под ред. В.Э. Вильдемана. – М.: Физматлит, 2012. – 204 с.
4. Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований: учеб. пособие / В.Э. Вильдеман, А.В. Бабушкин, М.П. Третьяков [и др.] / под ред. В.Э. Вильдемана. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 165 с.
5. Deformation and failure of carbon fiber composite specimens with embedded defects during tension-torsion test / V.E. Wildemann, T.V. Tretyakova, E.M. Strungar, M.P. Tretyakov // *Frattura ed Integrità Strutturale*. – 2018. – Vol. 12. – Iss. 46. – P. 295–305.
6. Lobanov D.S., Babushkin A.V., Luzenin A.Yu. Effect of increased temperatures on the deformation and strength characteristics of a GFRP based on a fabric of volumetric weave // *Mech. Compos. Mater.* – 2018. – Vol. 54. – Iss. 5 – P. 655–664.
7. Wil'deman V.E., Staroverov O.A., Lobanov D.S. Diagram and parameters of fatigue sensitivity for evaluating the residual strength of layered gfrp composites after preliminary cyclic loadings // *Mechanics of Composite Materials*. – 2018. – Vol. 54. – No. 3. – P. 313–320.
8. Вильдеман В.Э., Ломакин Е.В., Третьяков М.П. Закритическое деформирование сталей при плоском напряженном состоянии // *Изв. РАН. МТТ*. – 2014. – № 1. – С. 26–36.
9. Вильдеман В.Э., Ломакин Е.В., Третьяков М.П. Эффект вибрационной стабилизации процесса закритического деформирования // *ДАН* – 2016. – Т. 467, № 3. – С. 284–288.
10. Закритическое деформирование и разрушение тел с концентраторами в условиях плоского напряженного состояния / В.Э. Вильдеман, Е.В. Ломакин, Т.В. Третьякова, М.П. Третьяков // *Изв. РАН. МТТ*. – 2017. – № 5. – С. 22–29.
11. Ломакин Е.В., Третьякова Т.В., Вильдеман В.Э. Эффект квазипериодической гомогенизации пластических деформаций в процессе растяжения образцов алюминий-магниевого сплава // *ДАН*. – 2015. – Т. 461, № 2. – С. 168–171.
12. Оценка работоспособности внедренных в композитный материал волоконно-оптических датчиков с использованием данных цифровой оптической видеосистемы анализа деформаций / В.Э. Вильдеман, Е.М. Струнгарь, Д.С. Лобанов [и др.] // *Дефектоскопия*. – 2018. – № 1. – С. 65–71.
13. Третьякова Т.В., Вильдеман В.Э. Закономерности и схематизация процессов локализации пластического течения при испытании плоских образцов алюминий-магниевого сплава // *Физическая мезомеханика*. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 71–78.
14. Экспериментальное исследование процессов разрушения полунатурных керамических элементов зубных протезов методом регистрации сигналов акустической эмиссии / А.Г. Рогожников, В.Э. Вильдеман, А.В. Биккулова [и др.] // *Российский журнал биомеханики*. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 230–240.