

Отчёт
о выполненных работах
в квартале "4й квартал" 2014 года
[на этапе № 1] предусмотренных Планом-
графиком исполнения обязательств
по Соглашению с Минобрнауки России о предоставлении субсидии
от 27 ноября 2014 г. № 14.586.21.0011

1 Работы, выполненные (выполняемые) в отчетный период

1.1 Работы, выполненные (выполняемые) за счет средств субсидии

По п.1 Плана-графика: проведены испытания на монотонное растяжение образцов аустенитных модельных сталей системы Fe-Mn-Cr-Ni с различной энергией дефекта упаковки, стабильностью аустенита и высокой вязкостью с регистрацией акустической эмиссии (АЭ) при различных температурах.

По п.2 Плана-графика: проведены испытания на рост усталостной трещины в аустенитных модельных сталях системы Fe-Mn-Cr-Ni с регистрацией АЭ при комнатной и пониженной (-40 °С) температурах.

По п. 3 Плана-графика: проведена обработка результатов измерений, проводимых в партнёрской лаборатории Технического Университета Фрайберга по определению момента старения трещин в конструкционных материалах при ударном нагружении при отрицательных температурах.

По п. 4 Плана-графика: проведены испытания образцов модельных сталей на установке Cortest в условиях коррозии под напряжением с регистрацией АЭ.

По п. 5 Плана-графика: разработаны новые подходы к каналу сигнала АЭ.

По п. 6 Плана-графика: разработан эскизный проект и изготовлен опытный образец датчика АЭ повышенной надежности для работы в условиях пониженных температур.

1.2 Работы (мероприятия), выполненные (выполняемые) за счет внебюджетных средств

По п.1 Плана-графика: проведено патентное исследование по теме проекта; изготовлены образцы модельных сталей двух категорий – (а) аустенитные метастабильные нержавеющие стали группы Fe-16Cr-6Mn-XNi (x=3, 6, 9 масс %) (выплавлены и термообработаны пластины, из которых фрезеровались образцы для механических испытаний) и (б) низколегированные конструкционные стали системы Fe-Mo-Cr (42CrMo4). Кроме того, изготовлены образцы серого чугуна для проведения ударных испытаний.

По п.2 Плана-графика: разработаны технические требования к мониторинговым системам АЭ, предназначенным для длительной эксплуатации в условиях пониженных температур и условиях Крайнего Севера; разработана методика прецизионного определения момента старения трещины по сигналу АЭ в конструкционных материалах при ударном нагружении при пониженной (-40 °С) температуре. Работы выполнены совместно с Лабораторией ТГУ по п. 3 ПГ.

По п.3 Плана-графика: проведены испытания на рост усталостной трещины в коммерческих низколегированных сталях системы Fe-Mo-Cr (42CrMo4) с регистрацией акустической эмиссии при комнатной и пониженной (-40 °С) температурах.

По п. 4 Плана-графика: определены некоторые микроструктурные признаки и обозначены критерии оценки наступления критического состояния и предвестников разрушения конструкционных сталей при эксплуатации при пониженных температурах.

2 Основные результаты, полученные в отчётный период

1) Краткое описание основных полученных результатов.

(а) На основе результатов статистического кластерного анализа временных рядов акустической эмиссии (АЭ), проведенным по методикам ТГУ, были изучены вклады механизмов деформации в аустенитных нержавеющих сталях с ТРИП/ТВМП эффектами при различных температурах.

(б) Методика кластерного анализа АЭ сигналов, разработанная в ТГУ, показала, что она хорошо подходит для определения тонких различий между отдельными механизмами деформации: двойникованием, формированием дефектов упаковки, мартенситным превращением и дислокационным скольжением.

(с) Показано, что изменение температуры испытаний, как повышение, так и понижение, приводит к значительным изменениям в эволюции микроструктуры во всех трех вариантах стали Fe-Cr-Mn-Ni. Анализ АЭ сигналов в паре с микроструктурным исследованием выявил детали микроструктурных превращений. Тем самым показано, что метод АЭ может эффективно использоваться в системах мониторинга структурного состояния конструкций из перспективных сталей.

(д) Показано, что метод АЭ адекватно отражает процесс роста усталостных трещин, как при комнатной, так и при пониженной температуре. Определено, что стадия закритического неустойчивого роста трещины начиналась одновременно с формированием циклической пластической зоны в вершине трещины. Именно этот фактор и может служить микроструктурно-обусловленным критерием перехода в критическое состояние.

(е) Предложен новый, надежный, высокопроизводительный алгоритм на основе вейвлет-преобразования для улучшения детектирования активности и времени прихода акустических волн, особенно эффективный для распознавания сигналов малых амплитуд и нахождения времени их прихода с высокой точностью.

(ж) Разработан эскизный проект и изготовлен опытный образец датчика АЭ повышенной надежности для работы в условиях пониженных температур.

(з) Впервые показано, что инициирование хрупкой динамической трещины при ударном нагружении образцов с надрезом при пониженной температуре может быть надежно обнаружено с помощью техники акустической эмиссии. Показано, что предложенная схема записи и анализа сигнала является практичным инструментом для исследования динамического процесса разрушения и получения количественных характеристик механики разрушения.

2) Оценка элементов новизны научных, конструкторских и технологических решений, информацию о полученных на отчетном этапе охраноспособных РИД.

Получены научно весьма значимые результаты, новизна которых подтверждается тем, что участниками проекта с Российской стороны за отчетный период сделано два доклада на международных конференциях и семинарах. По результатам выполнения проекта в печати находится одна статья (журнал Signal Processing, импакт-фактор 2.238), и значительный объем полученных данных позволяет быть уверенным, что не менее 3х статей будет опубликовано в 2015 г. в высокорейтинговых международных журналах.

3) Оценка соответствия полученных результатов техническим требованиям к выполняемому проекту и перспектив продолжения работ по проекту.

Исследовательские цели и задачи первого этапа проекта достигнуты в соответствии с техническими требованиями.

Сотрудничество с иностранным партнером будет продолжено, ввиду его большой эффективности для обеих сторон, как и предполагалось в заявке проекта. Стороны договорились о двустороннем обмене в 2015 году. В развитие данной работы будет проведен дополнительный объем исследований микроструктуры, а также количественный анализ фрактографии. Группа исследователей ТГУ получила уникальный шанс освоения развитых в ТУ Фрайберга технологий производства перспективных аустенитных сталей, а также других видов хладостойких сталей. Кроме того, для сотрудников группы А. Виноградова в ТУ Фрайберга создан режим практически неограниченного доступа к инструментальным методикам ударных испытаний.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тольяттинский государственный университет"

Руководитель организации Получателя субсидии

ректор
(должность)

(подпись)

Криштал М.М.

(фамилия, имя,
отчество)

М.П.

Руководитель работ по проекту

профессор
(должность)

(подпись)

Виноградов А.Ю.

(фамилия, имя,
отчество)

«16» января 2015г.