



К 50-ЛЕТИЮ В.И. АСТАФЬЕВА

Ю.Н. Радаев¹

30 ноября 1998 года исполняется 50 лет известному ученому в области механики деформируемого тела, доктору физико-математических наук, профессору Владимиру Ивановичу Астафьеву. Вся его научная и педагогическая деятельность связана с Самарским государственным университетом. В.И. Астафьев – автор свыше ста научных работ. Под его непосредственным научным руководством работает коллектив ученых и аспирантов кафедры механики сплошных сред.

В.И. Астафьев родился 30 ноября 1948 г. в поселке Важская Запаянь Вельского района Архангельской области. Закончив в 1972 г. механико-математический факультет Московского государственного университета, он продолжил свое обучение в аспирантуре названного университета под руководством доктора физико-математических наук, профессора С.А. Шестерикова. После окончания аспирантуры в 1975 г. В.И. Астафьев получает распределение в Самарский (тогда Куйбышевский) университет и с тех пор вся его профессиональная и общественная деятельность протекает в стенах университета.

¹Радаев Юрий Николаевич, кафедра механики сплошных сред Самарского государственного университета

В 1977 г. следует защита кандидатской диссертации "Применение смешанной формы метода конечных элементов к расчету на изгиб перфорированных пластин с учетом физической нелинейности", которая проходила на механико-математическом факультете МГУ. В это время В.И. Астафьев уже начал свою университетскую карьеру, будучи сначала ассистентом кафедры механики деформируемого твердого тела (1975-1978 гг.), затем старшим преподавателем и доцентом (1978-1988 гг.), а после защиты в 1987 году на специализированном совете при Президиуме СО АН СССР (г. Новосибирск) докторской диссертации "Разрушение металлов в условиях ползучести" заведующим кафедрой. В 1990 году В.И. Астафьеву присуждается ученое звание профессора по кафедре механики деформируемого твердого тела, с 1994 года он назначается проректором Самарского государственного университета по научной работе и его напряженная научная и преподавательская работа дополняется, таким образом, еще и административной деятельностью, связанной с организацией и управлением научными исследованиями такого крупного регионального научного центра, каким является в настоящее время Самарский государственный университет.

Почти тридцатилетняя научно-исследовательская, педагогическая и организационная работа В.И. Астафьева привела к созданию в Самарском государственном университете нового научного направления – механики поврежденности и синтезу последней с такими классическими и традиционными для российских университетов разделами механики, как теория пластичности, теория ползучести и механика разрушения. Этот синтез позволил не только уточнить пределы применимости классических теорий механики деформируемого твердого тела, но и разработать оригинальные методы оценки прочности, долговечности и целостности инженерных конструкций, которые нашли применение в современном авиа- и ракетостроении, технологиях нефтехимического производства и процессах транспорта нефти.

Для научного творчества В.И. Астафьева в целом характерно сочетание современного математического аппарата и аналитического подхода к исследованию задач механики деформируемого твердого тела с экспериментальными и модельными методами, которое всегда являлось отличительной чертой российской механики, и в том числе – школы академика АН СССР Ю.Н. Работнова, под влиянием которого сформировался молодой ученый В.И. Астафьев. Сильная математическая подготовка, свободное владение аналитическими и численными методами плюс исчерпывающее освоение новейших разделов механики сплошной среды и ее классических ветвей обусловили затем становление В.И. Астафьева как самостоятельного ученого и его быстрый прогресс в специальных прикладных разделах механики.

Первая научная работа В.И. Астафьева (1970 г.) посвящена моделированию нелинейных наследственно-упругих свойств деформируемых тел с помощью Э-функций Ю.Н. Работнова и исследованию влияния нелинейности на процесс распространения гармонического возмущения в таких телах.

Диссертационная работа 1977 года посвящена численному анализу с помощью метода конечных элементов (МКЭ) концентрации напряжений при изгибе тонких перфорированных пластин с учетом физической нелинейности. В качестве инструмента исследования был выбран вариационный принцип Рейсснера, и исследованы сходимость и скорость сходимости численного решения.

Начиная с 1979 г. в работах В.И. Астафьева определяется новое научное направление, связанное с моделированием процессов распространения трещин с учетом влияния эффектов ползучести и накопления повреждений в зоне, локализованной у вершины трещины. Это научное направление является естественным продолжением

ем исследований школы академика Ю.Н. Работнова, посвященных изучению роста поврежденности и оценке длительной прочности металлов в условиях ползучести.

В работах 1983 г. была дана оценка влияния перераспределения напряжений от начального упругого состояния до состояния установившейся ползучести, которое происходит в теле с трещиной после приложения нагрузки на скорость подрастания трещины. Данный подход в случае резко изменяющейся нагрузки использовался в работе 1985 г. при моделировании роста трещины в случае совместного действия ползучести и усталости

В 1984 г. В.И. Астафьев публикует работу, где приводится асимптотика поля напряжений у вершины растущей в процессе ползучести трещины, перед вершиной которой существует зона предразрушения, характеризующаяся монотонным возрастанием поврежденности вплоть до предельного ее значения в вершине трещины. Здесь же дается оценка характерного линейного размера зоны предразрушения и величины скорости подрастания трещины. Эта работа явилась началом целого цикла исследований по оценке влияния зоны предразрушения на процесс подрастания трещин в условиях ползучести и определила круг научных интересов В.И. Астафьева и его учеников на целое десятилетие. Следует также отметить, что работа была чрезвычайно актуальной для своего времени и опережала соответствующие зарубежные исследования.

Общая схема математического моделирования процесса разрушения в условиях ползучести на основе тензорной меры поврежденности была приведена в работе 1986 г., где было показано, что тензор поврежденности второго ранга, определенный согласно концепции С. Мураками (S. Murakami), позволяет качественно правильно описать процесс накопления поврежденности в условиях ползучести, т.е. зарождение и развитие микропор, их слияние и превращение в микротрещины.

В работах 1987 г. тензорная переменная была введена для описания первой и второй стадий ползучести в условиях сложного напряженного состояния, с помощью которой удалось описать в рамках единой схемы эффекты, связанные с анизотропной природой упрочнения при ползучести, и взаимосвязь процессов движения дислокаций, зарождения, развития и коалесценции микропор. Представляет интерес также и термодинамический анализ процесса роста поврежденности в металлах при ползучести, основанный на использовании формализма скрытых тензорных переменных.

В диссертационной работе 1987 г. приводится полное описание скрытой стадии процесса разрушения, понимаемого как накопление поврежденности с учетом влияния всего множества известных к тому времени факторов: упрочнение, разупрочнение, дилатансия, объемная ползучесть, зарождение и рост пор, движение дислокаций. Формулируется энергетический критерий локального разрушения (достижение критической концентрации внутренней энергии в элементе тела в момент разрушения), адекватность которого убедительно продемонстрирована на примерах анализа разнообразных явлений длительной прочности. Выполнен исчерпывающий анализ напряженно-деформированного состояния вблизи вершины трещины в условиях ползучести. Исследован процесс страгивания и распространения трещины с позиции энергетического критерия разрушения. Дана оценка критической длины трещины, и, тем самым, определены пределы применимости линейной механики разрушения при оценке целостности конструкций.

Впоследствии предложенная В.И. Астафьевым модель роста трещины в условиях ползучести получила дальнейшее развитие в работах его учеников. Своеобразная двухпараметрическая модель подрастания трещины, которая включает как частные случаи полученные ранее результаты по оценке скорости роста трещины, предло-

жена в работах В.И. Астафьева и В.А. Пастухова (1987-1991 гг.).

В работе В.И. Астафьева и Т.В. Григоровой (1991 г.) впервые была сформулирована задача об оценке скорости подрастания трещины в условиях ползучести в связанной постановке, когда учитывается и обратное влияние накопленной поврежденности на напряженное состояние у вершины трещины, а затем найдена (1995 г.) асимптотика поля напряжений при приближении к кончику трещины нормального отрыва в рамках связанной модели ползучести с поврежденностью. С помощью полученных асимптотик показано, что связанная постановка принципиально меняет картину распределения напряжений у вершины трещины: оказалось, что к берегам трещины примыкают области полностью разрушенного материала, которые могут быть интерпретированы как схематичное представление областей микроветвления при распространении магистральной трещины в направлениях, нормальных трещине.

Модель роста трещины при кусочно-линейной аппроксимации закона ползучести в связанной постановке была предложена В.И. Астафьевым и О.А. Логиновым в работе 1994 г. В этой работе дан анализ докритического роста трещины нормального отрыва по схеме Леонова-Панасюка-Дагдейла.

Ряд важных результатов по анализу поля напряжений и деформаций для трещины антиплоского сдвига при дробно-линейном законе ползучести был получен В.И. Астафьевым совместно с Л.В. Степановой и С.А. Шестериковым в работах 1996 г.

Начиная с 1990 г. В.И. Астафьев приступает к исследованиям в новом научном направлении, связанном с экспериментальным исследованием и математическим моделированием агрессивного воздействия на металлы внешней среды (коррозионное растрескивание под напряжением, водородное охрупчивание металлов). Указанная тематика является актуальной потому, что чрезвычайно широк спектр явлений, которые могут быть описаны в рамках единой модели, и в большей степени потому, что совершенствование современных технологий переработки и транспорта нефтегазо-содержащего сырья невозможно без теоретической и экспериментальной проработки проблем коррозионного растрескивания под напряжением.

В теоретической части В.И. Астафьевым совместно с Л.К. Ширяевой была предложена оригинальная модель охрупчивания металлов при воздействии на них водородсодержащей среды, которая в законченной форме представлена в монографии 1998 г. Основой для математического моделирования процесса водородного охрупчивания по-прежнему служит параметр поврежденности, но кинетика накопления поврежденности описана принципиально по-новому: введено представление о пороговой поврежденности, выше которой величина поврежденности вырасти не может при заданном уровне напряжений. Это последнее предположение подтверждено экспериментально и может быть обосновано термодинамически.

В экспериментальной части большой цикл работ по оценке склонности металлов нефтепромыслового оборудования к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением (СКРН) был выполнен В.И. Астафьевым совместно с сотрудниками ВНИИТНефть (г. Самара) Т.В. Тетюевой, С.В. Артамошкиным и др. Была разработана оригинальная методика, опубликованная в зарубежных журналах и рекомендованная Госгортехнадзором РФ к использованию при оценке стойкости нефтепромыслового оборудования к СКРН, выполнены исследования по влиянию микроструктуры металла заготовки и режима ее термообработки на качество нефтепромысловых труб.

Важнейшим аспектом деятельности В.И. Астафьева, начиная с 1995 г. становит-

ся работа по созданию единого информационного пространства Самарской области в сфере науки, образования, культуры, здравоохранения и социального обеспечения, призванного, с одной стороны, объединить информационные ресурсы всех значимых с региональной точки зрения структур, располагающих информацией, в единое целое – региональную компьютерную сеть, а с другой – обеспечить доступ к этой информации и обмен информационными потоками между любыми регионами нашей планеты. Проект 1995 г. по включению информационных ресурсов Самарского региона во всемирную компьютерную сеть INTERNET предусматривал создание трехуровневых узлов доступа к INTERNET, соединенных между собой высокоскоростными линиями цифровой связи. В настоящее время Самарский государственный университет обладает высокоскоростным доступом к сети, при финансовой поддержке фонда Сороса открыт центр INTERNET, а его локальная сеть развита даже лучше, чем у многих столичных высших учебных заведений. На региональном уровне университет создал узел доступа к сети INTERNET и сопровождает работу опорной точки доступа к федеральной сети RBNET.

В.И. Астафьев является членом двух европейских научных обществ – European Mechanics Society (EUROMECH) и European Structural Integrity Society (ESIS), действительным членом Российской академии естественных наук (РАЕН) и председателем ее Самарского регионального отделения. В.И. Астафьев руководит работой специализированного совета К.063.94.01 по присуждению ученой степени кандидата физико-математических наук при Самарском государственном университете.

Научные исследования В.И. Астафьева по целому ряду направлений вошли в российские научно-исследовательские программы и поддержаны российскими и международными научными фондами: научно-техническая программа "Университеты России – фундаментальные исследования" по разделу "Фундаментальные проблемы математики и механики", гранты Госкомвуза РФ в области фундаментального естествознания и в области авиационных и ракетно-космических технологий, грант Международного научного фонда (International Science Foundation), гранты Российского фонда фундаментальных исследований.

В.И. Астафьев поддерживает интенсивные научные контакты с ведущими научными центрами России – Московским государственным университетом и Институтом механики МГУ, Санкт-Петербургским и Воронежским государственными университетами, Институтом проблем механики РАН, Институтом гидромеханики СО РАН и др.

Высок авторитет профессора В.И. Астафьева и его учеников в международном сообществе ученых-механиков. На регулярной основе осуществляются научные контакты кафедры механики сплошных сред с рядом механико-математических факультетов и инженерных лабораторий (Universidade Estadual Paulista, San Paulo, Brazil; Munich Technical University, Munich, Germany; Nagoya University, Nagoya, Japan; Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden; Institute for Industrial Mathematics, Ben-Gurion University of the Negev, Beersheba, Israel; Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warszawa, Poland; Laboratoire de Modelisation en Mechanique, Universite de Paris VI, Paris, France; Technical Institute of Cape Town University, Cape Town, South Africa и др.).

Профессорско-преподавательский состав Самарского государственного университета, ученики и коллеги поздравляют Владимира Ивановича с 50-летием и желают ему здоровья и творческих успехов в научной и педагогической деятельности.

ВАЖНЕЙШИЕ ПУБЛИКАЦИИ В. И. АСТАФЬЕВА

- [1] Астафьев В.И., Мешков С.И. Вынужденные колебания полубесконечного стержня из нелинейного наследственно-упругого материала // Изв. АН СССР. МТТ. 1970. N4. С.93-98.
- [2] Астафьев В.И. О росте трещин при ползучести с учетом пластической зоны вблизи вершины трещины// ПМТФ. 1979. N6. С.154-158.
- [3] Астафьев В.И. К вопросу о поврежденности и критериях разрушения при ползучести// Проблемы прочности. 1983. N.3. С.11-13.
- [4] Астафьев В.И. Влияние нестационарности поля напряжений на рост трещины при ползучести// ПМТФ. 1983. N.3. С.148-152.
- [5] Астафьев В.И. О диссипативном критерии разрушения при ползучести// ПМТФ. 1983. N.4. С.167-170.
- [6] Астафьев В.И. Асимптотика напряжений у вершины растущей в процессе ползучести трещины с учетом накопления поврежденности// Доклады АН СССР. 1984. Т.279. N.6. С.1327-1330.
- [7] Астафьев В.И. Докритическое подрастание трещины при ползучести под действием переменной нагрузки// ПМТФ. 1985. N.3. С.152-157.
- [8] Астафьев В.И. Закономерности подрастания трещин в условиях ползучести// Изв. АН СССР. МТТ. 1986. N.1. С.127-134.
- [9] Астафьев В.И. Описание процесса разрушения в условиях ползучести// Изв. АН СССР. МТТ. 1986. N.4. С.164-169.
- [10] Астафьев В.И. Разрушение металлов в условиях ползучести// Изв. АН СССР. МТТ. 1987. N.2. С.132-140.
- [11] Астафьев В.И. Структурные параметры и длительная прочность металлов в условиях ползучести// ПМТФ. 1987. N.6. С.156-162.
- [12] Астафьев В.И. Влияние процесса упрочнения на характер распределения напряжений у вершины трещины в условиях ползучести// Изв. АН СССР. МТТ. 1989. N.5. С.91-94.
- [13] Astafjev V.I., Emelin V.K., Tetuyeva T.V. Investigation of sulfide stress corrosion cracking in low alloy steels// Fracture Behaviour and Design of Materials and Structures. Proc. 8th Europ. Conf. on Fracture (ECF8). Torino. 1990. Warley: EMAS. 1990. V.1. P.478-485.
- [14] Астафьев В.И., Пастухов В.А. Моделирование роста трещин в условиях ползучести. 1. Постановка задачи. 2. Кинетика трещин// Проблемы прочности. 1991. N5. С.8-13.
- [15] Astafjev V.I., Grigorova T.A., Pastuchov V.A. Influence of continuum damage on stress distribution near a tip of a growing crack under creep conditions// Mechanics of Creep Brittle Fracture-2. Proc. 2nd Int. Colloquium. Leicester. 1991. London: Elsevier. 1991. P.49-61.
- [16] Артамошкин С., Астафьев В.И., Тетюева Т.В. Влияние микроструктуры и неметаллических включений на склонность низколегированных сталей к сульфидному разрушению под напряжением// ФХММ. 1991. Т.27. N.6. С.60-66.
- [17] Астафьев В.И., Григорова Т.В., Пастухов В.А. Влияние поврежденности материала на напряженно-деформированное состояние в окрестности вершины трещины при ползучести// ФХММ. 1992. Т.28. N.1. С.5-11.
- [18] Artamoshkin S., Astafjev V.I., Tetuyeva T.V. Influence of microstructure and nonmetallic inclusions on sulfide stress corrosion cracking in low alloy steels// Int. J. Pressure Vessels and Piping. 1993. V.55. N.1. P.243-250.

- [19] Астафьев В.И., Логинов О.А. Моделирование роста трещины при ползучести// Изв. РАН. МТТ. 1994. С.132-139.
- [20] Астафьев В.И., Рагузин Д.Ю., Тетюева Т.В., Шмелёв П.С. Оценка склонности сталей к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением// Заводская лаборатория. 1994. N.1. С.37-40.
- [21] Astafjev V.I., Shmelev P.S., Tetuyeva T.V. Modified double-cantilever beam test for sulfide stress cracking in tubular steels// Corrossion. 1994. V.50. N.12. P.947-952.
- [22] Астафьев В.И., Григорова Т.В. Распределение напряжений и поврежденности у вершины растущей в процессе ползучести трещины// Изв. АН СССР. МТТ. 1995. N.3. С.160-166.
- [23] Астафьев В.И., Степанова Л.В., Шестериков С.А. Асимптотика напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины// Вестник СамГУ. Специальный выпуск. 1995. С.59-64.
- [24] Астафьев В.И., Зинченко В.Н. и др. Проект создания единого информационного пространства Самарской области в сфере науки, образования, культуры, здравоохранения и социального обеспечения// Вестник СамГУ. Специальный выпуск. 1995. С.198-204.
- [25] Astafjev V.I., Shesterikov S.A., Stepanova L.V. Crack tip asymptotic character of anti-plane stress and strain rate for linear-fractional constitutive relations// Theor. and Appl. Fracture Mech. 1996. V.24. N.3., P.263-268.
- [26] Яровой Г.П., Астафьев В.И., Кабытов П.С., Рогожкин В.В. Концепция развития Самарского государственного университета как центра науки, культуры и образования Поволжского региона// Вестник СамГУ. 1996. N.1. С.175-191.
- [27] Астафьев В.И., Ширяева Л.К. Развитие трещин в охрупчивающейся упруго-пластической среде// Вестник СамГУ. 1996. N2. С.175-191.
- [28] Астафьев В.И., Санников А.Л., Зинченко В.Н., Жабин А.П. Информационная среда науки, образования и культуры Самарской области // Broadband Communications for Research and Education-Collaboration between Russia and the European Union (BVCC-97). Book Abstr. Int. Conf. Moscow. 1997. С.18-19.
- [29] Астафьев В.И., Степанова Л.В. Влияние поврежденности на напряженно-деформированное состояние в окрестности вершины трещины для дробно-линейного закона ползучести// Вестник СамГУ. 1997. N2. С.135-141.
- [30] Астафьев В.И., Степанова Л.В., Радаев Ю.Н. Задача о разгрузке для трещины Дагдейла// Вестник СамГУ. 1997. N4. С.103-114.
- [31] Астафьев В.И., Ширяева Л.К. Накопление поврежденности в металлах в условиях коррозионного растрескивания под напряжением// Изв. РАН. МТТ. 1997. N3. С.115-124.
- [32] Астафьев В.И., Ширяева Л.К. Накопление поврежденности и коррозионное растрескивание металлов под напряжением // Самара: изд-во "Самарский университет". 1998. 120С.