

МЕХАНИКА



К 70-ЛЕТИЮ Д. Д. ИВЛЕВА

В.И. Астафьев, Ю.Н. Радаев¹

6 сентября 2000 года исполняется 70 лет Дюису Даниловичу Ивлеву – доктору физико-математических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Российской Федерации. С его именем связано становление и развитие научной школы механики идеально пластических тел и конструкций в Воронеже, Самаре, Владивостоке, Чебоксарах, подготовка кадров высшей квалификации в этой области механики деформируемого твердого тела.

Д.Д.Ивлев родился 6 сентября 1930 г. в г. Чебоксары. После окончания средней школы в 1948 г. он поступает на механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, который заканчивает в 1953 г. В 1956 г. после окончания аспирантуры в МГУ он защитил диссертацию и получил степень кандидата физико-математических наук, а в 1959 г. в результате защиты

¹Астафьев Владимир Иванович, Радаев Юрий Николаевич, кафедра механики сплошных сред Самарского государственного университета.

диссертационной работы "Пространственные задачи теории идеальной пластичности" — доктора физико-математических наук.

В 1959 г. Д.Д.Ивлев 29-летним доктором физико-математических наук, будучи уже известным ученым в области математической теории пластичности, по приглашению Воронежского университета приезжает в г. Воронеж. Наряду с А.Ю.Ишлинским Д.Д.Ивлев принадлежит к числу основоположников нового направления в построении теории пластичности — теории течения. В декабре 1959 г. Д.Д.Ивлев возглавил организованную им в ВГУ кафедру теории упругости и пластичности. Талантливый ученый, прекрасный организатор и педагог Дюис Данилович сумел в короткий срок активизировать научную и методическую работу. Лекции и научные семинары проф. Д.Д.Ивлева оставляли незабываемое впечатление и поражали способностью глубоко проникать в суть обсуждаемых вопросов. Созданная проф. Д.Д.Ивлевым воронежская школа механики деформируемого твердого тела быстро получила всесоюзное признание. Проводимые исследования были связаны с фундаментальными и прикладными проблемами механики сплошных сред. Работы Д.Д.Ивлева и его учеников всегда вызывали интерес у ученых нашей страны и зарубежья, их существенное влияние на формирование математической теории пластичности было и остается общепризнанным.

В 1966 г. Д.Д.Ивлев возвращается в Москву, где сначала работает профессором МВТУ им. Н.Э.Баумана (1966–1970 гг.), а затем — заведующим кафедрой во Всесоюзном заочном педагогическом институте (1970–1982 гг.). Вместе со своими учениками профессорами Г.И.Быковцевым и И.А.Бережным он активно участвовал в создании научной школы механики деформируемого твердого тела в г. Куйбышеве.

В 1982 г. Д.Д.Ивлев приезжает на родину в г. Чебоксары, где работает заведующим кафедрой в Чувашском государственном университете, а с 1993 г. — в Чувашском государственном педагогическом университете.

Работы Д.Д.Ивлева посвящены механике деформируемого тела, в основном, математической теории пластичности. Ряд результатов Д.Д.Ивлева имеет фундаментальный характер для всей механики деформируемого твердого тела. Д.Д.Ивлеву принадлежит около 200 опубликованных работ, в том числе 4 монографии [15], [18], [20], [26].

Возникновение теории пластичности принято относить ко времени появления работы французского инженера Треска (H.Tresca, 1864 г.), который, опираясь на результаты собственных экспериментов, установил критерий текучести для металлов. Сен-Венан (B.Saint-Venant) и Леви (M.Levy) более ста лет назад (1872 г.) сформулировали соотношения плоской и пространственной задачи теории идеальной пластичности.² Соотношения Сен-Венана — статически определимая система уравнений

²Переводы на русский язык трудов основоположников математической теории пластичности помещены в сборник: Теория пластичности/ Сб. статей (ред. Ю.Н.Работнов). М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1948. 452 с.

Сборник состоит из 28 статей, принадлежащих перу Сен-Венана, Леви, Мизеса, Прандтля, Генки, Рейсса, Прагера. Эти работы отражают процесс становления и развития математической теории пластичности и дают возможность в подлиннике ознакомиться с ее основными концепциями, методами и результатами, оригинальность и своеобразие которых уже к 1948 г. позволили редактору сборника утверждать: "Эта теория, которую называют теорией пластичности (в узком смысле слова), не может считаться окончательно установленной; однако исследования последних лет выяснили с несомненностью некоторые основные законы, позволяющие считать многие результаты совершенно достоверными."

Считается, что первые работы по теории пластичности в нашей стране появились в 1936 г., которые связываются с именами А. А. Ильюшина и С. А. Христиановича: Христианович С. А. Плоская задача математической теории пластичности при внешних силах, заданных на замкнутом контуре// Мат. сб. Новая серия. 1936. Т. 1. Вып. 4. С. 511-534.

гиперболического типа, что и позволило позднее развить теорию полей скольжения, связываемую обычно с именами Генки (H. Hencky, 1923 г.) и Гейрингера (H. Geiringer, 1930 г.). Математический аппарат, соответствующий соотношениям Сен-Венана для плоской задачи, оказался, таким образом, вполне адекватным экспериментальным и теоретическим представлениям о течении идеально пластического материала.

Распространение математического аппарата, описывающего плоское течение идеального жесткопластического материала на общий трехмерный случай явилось предметом целого ряда исследований, относящихся к 50 годам. К этому времени уже было известно, что закон течения Мизеса (R. von Mises, 1913 г.), выражающий условие пропорциональности компонент девиаторов напряжений и скоростей пластической деформации, в общем случае приводит к статически неопределимой системе уравнений эллиптического типа, и что соотношения пространственной задачи теории идеальной пластичности являются статически определяемыми при условии полной пластичности Хаара–Кармана (A. Haar, Th. von Karman). Соотношения пространственной задачи теории пластичности, когда, аналогично условию полной пластичности, имеется два соотношения между главными напряжениями, были предложены и проанализированы А.Ю.Ишлинским (1945 г.), который однако использовал обобщенный закон пластического течения, не предполагающий столь жесткие ограничения на скорости пластических деформаций, устанавливаемые традиционным требованием пропорциональности тензора скорости пластических деформаций и девиатора тензора напряжений. Результаты А.Ю.Ишлинского предвосхитили более поздние исследования Д.Д.Ивлева, в которых было показано фундаментальное значение условия полной пластичности Хаара–Кармана для всей теории пластичности и блестяще развит соответствующий вариант теории пластичности: сингулярное условие текучести (в частности, ребро призмы Треска) и обобщенный ассоциированный закон пластического течения.

Д.Д.Ивлев (1959 г.) показал, что при условии полной пластичности уравнения пространственной задачи теории идеальной пластичности являются статически определяемыми и принадлежат к гиперболическому типу. Было доказано, что именно состояние полной пластичности и только оно позволяет сформулировать общую теорию идеальной пластичности с единым математическим аппаратом статически определяемых уравнений гиперболического типа, соответствующим сдвиговой природе идеально пластического деформирования. Эти результаты позднее были распространены на случай анизотропного и сжимаемого идеально пластического материала.

Д.Д.Ивлевым исследованы разрывные решения пространственного состояния идеально пластических тел, даны решения уравнений теории идеальной пластичности, определяющих предельное состояние идеально пластического материала, сжатого шероховатыми плитами.

Значительное внимание в работах Д.Д.Ивлева было посвящено вопросам двойственности: альтернативным вариантам построения теории пластичности, исходя либо из определения функции нагружения и ассоциированного закона пластического течения, либо – определения диссипативной функции и ассоциированного закона

Справедливости ради следует отметить, что известны две более ранних работы С.Л.Соболева и С.Г.Михлина: Sobolev S. The problem of propagation of plastical state// Тр. Сейсмологического ин-та АН СССР. Л. 1935. №49. С. 28-39; Михлин С.Г. Основные уравнения математической теории пластичности. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 71 с.

В послевоенные годы только в изданиях Академии наук было опубликовано свыше двухсот работ, обзор которых дан в статье: Вакуленко А. А., Качанов Л. М. Теория пластичности/ В кн.: Механика в СССР за 50 лет. Т. 3. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1972. С. 79-118.

нагружения.

Д.Д.Ивлевым проанализированы различные принципы, лежащие в основе теории пластичности, найдены интегральные неравенства, приводящие к ассоциированному закону пластического течения и ассоциированному закону нагружения.

Д.Д.Ивлев выполнил также ряд работ, посвященных анализу законов течения и нагружения в обобщенных переменных.

В работах Д.Д.Ивлева дальнейшее развитие получило исследование стационарных и нестационарных плоских течений идеально пластических сред. Рассмотрены уравнения, определяющие общее плоское состояние идеально пластических тел, частными случаями которого являются плоское напряженное и плоское деформированное состояния, и получены соотношения, обобщающие известные соотношения Генки и Гейрингера, вдоль характеристик обобщенной плоской задачи.

В механике упрочняющихся пластических тел Д.Д.Ивлев (совместно с Г.И.Быковцевым) развивал представления, основанные на трансляционном механизме упрочнения, предложенные в исследованиях А.Ю.Ишлинского и В.Прагера (W.Prager). Результаты их совместных исследований легли в основу классической монографии [18], которая по сути представляет собой каноническое изложение математической теории пластичности упрочняющегося тела в случае малых деформаций. В этой монографии читатель найдет исчерпывающий анализ общих уравнений теории течения и свойств их решений, включая анализ сильных и слабых разрывов с помощью аппарата геометрических и кинематических условий совместности Адамара–Томаса (J. Hadamard, T. Tomas).³

Им также предложен алгоритм построения моделей сложных сред, обладающих внутренними механизмами пластичности, вязкости и упругости.

В работах Д.Д.Ивлева развит метод малого параметра применительно к задачам жесткопластического и упругопластического состояния тел. Дано решение ряда задач по определению границы, разделяющей зоны упругости и пластичности для плоских, осесимметричных и пространственных случаев упругопластического равновесия. На примере разложения в ряд классических решений Л.А.Галина и Г.П.Черепанова было установлено их совпадение с решениями, полученными непосредственно методом малого параметра и показана достаточно быстрая сходимость приближений.

Помимо перечисленных, Д.Д.Ивлеву принадлежат различные результаты в области предельного состояния конструкций, статики и динамики сыпучих сред, устойчивости равновесия упругопластических тел, гидродинамики, теории трещин и механики разрушения. Следует отметить обстоятельный обзор [16] работ по механике разрушения с изложением основных результатов этой части механики деформируемого твердого тела, сделанный им в момент острой дискуссии, посвященной механике трещин.

Д.Д.Ивлев – член Национального комитета РАН по теоретической и прикладной

³Заметим, что эта монография стоит в одном ряду с замечательными руководствами по теории пластичности, написанными советскими учеными–механиками, которые по мастерству изложения и богатству результатов до сих пор остаются непревзойденными образцами:

Соколовский В. В. Теория пластичности. М.: Высш. школа, 1969. 608 с. (это последнее третье издание; второе издание: Соколовский В. В. Теория пластичности. М., Л.: Гостехтеоретиздат, 1950. 396 с.; первое издание книги было выпущено в свет издательством АН СССР в 1946 г.);

Ильюшин А. А. Пластичность. М.: Гостехтеоретиздат, 1948. 376 с.;

Качанов Л. М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. 420 с. (первое издание этой книги: Качанов Л. М. Основы теории пластичности. М.: Гостехтеоретиздат, 1956. 324 с.);

Мосолов П. П., Мясников В. П. Механика жесткопластических сред. М.: Наука, 1981. 208 с.;

Аннин Б. Д., Черепанов Г. П. Упруго-пластическая задача. Новосибирск: Наука, 1983. 240 с.

механике, член редколлегии журнала Известия РАН – Механика твердого тела, член экспертного совета ВАК РФ, председатель диссертационного совета по присуждению степени доктора физико-математических наук, действительный член Национальной академии наук и искусств Чувашской Республики, заслуженный деятель науки и техники РФ. Среди учеников Д.Д.Ивлева – доктора и кандидаты наук, которые работают в различных городах России – Москве, Воронеже, Самаре, Чебоксарах, Владивостоке.

Профессорско-преподавательский состав Самарского государственного университета, ученики и коллеги поздравляют Дюиса Даниловича с 70-летием и желают ему здоровья и творческих успехов в научной и педагогической деятельности.

ВАЖНЕЙШИЕ ПУБЛИКАЦИИ Д. Д. ИВЛЕВА⁴

- [1] Ивлев Д. Д. Об определении перемещений в задаче Л. А. Галина// Прикл. матем. и механика. 1957. Т. 21. Вып. 5. С. 716-717.
- [2] Ивлев Д. Д. Приближенное решение упруго-пластических задач теории идеальной пластичности методом малого параметра// Докл. АН СССР. 1957. Т. 113. №2. С. 294-296.
- [3] Ивлев Д. Д. О диссипативной функции упрочняющихся пластических сред// Докл. АН СССР. 1957. Т. 116. №5. С. 1037-1039.
- [4] Ивлев Д. Д. Вдавливание тонкого лезвия в пластическую среду// Изв. АН СССР. ОТН. 1957. №10. С. 89-93.
- [5] Ивлев Д. Д. Об общих уравнениях теории идеальной пластичности и статике сыпучих сред// Прикл. матем. и механика. 1958. Т. 22. Вып. 1. С. 90-96.
- [6] Ивлев Д. Д. Об одном классе решений общих уравнений теории идеальной пластичности// Изв. АН СССР. ОТН. 1958. №11. С. 107-109.
- [7] Ивлев Д. Д. Некоторые частные решения уравнений осесимметричной задачи теории идеальной пластичности и обобщение решения Прандтля о сжатии пластического слоя двумя шероховатыми плитами// Прикл. матем. и механика. 1958. Т. 22. Вып. 5. С. 673-678.
- [8] Ивлев Д. Д. О разрывных решениях пространственных задач теории идеальной пластичности// Прикл. матем. и механика. 1958. Т. 22. Вып. 4. С. 480-486.
- [9] Ивлев Д. Д. О соотношениях, определяющих пластическое течение при условии пластичности Треска, и его обобщениях// Докл. АН СССР. 1959. Т. 124. №3. С. 546-549.
- [10] Ивлев Д. Д. К теории идеальной пластической анизотропии// Прикл. матем. и механика. 1959. Т. 23. Вып. 6. С. 1107-1114.
- [11] Ивлев Д. Д. Об экстремальных свойствах условий пластичности// Прикл. матем. и механика. 1960. Т. 24. Вып. 5. С. 951-955.
- [12] Ивлев Д. Д. Об идеально пластическом течении материала с учетом остаточных микронапряжений// Прикл. матем. и механика. 1962. Т. 26. Вып. 4. С. 709-714.

⁴Работы располагаются в хронологическом порядке.

- [13] Ивлев Д. Д. К теории сплошных сред// Докл. АН СССР. 1963. Т. 148. №1. С. 64-66.
- [14] Быковцев Г. И., Ивлев Д. Д., Мартынова Т. Н. К теории осесимметричного состояния идеально пластического материала // Прикл. механика и техн. физика. 1963. №5. С. 102-108.
- [15] Ивлев Д. Д. Теория идеальной пластичности. М.: Наука, 1966. 232 с.
- [16] Ивлев Д. Д. О теории трещин квазихрупкого разрушения// Прикл. механика и техн. физика. 1967. №6. С. 88-128.
- [17] Ивлев Д. Д. Об одном построении теории трещин// Изв. АН СССР. Механика тверд. тела. 1967. №6. С. 91-94.
- [18] Ивлев Д. Д., Быковцев Г. И. Теория упрочняющегося пластического тела. М.: Наука, 1971. 232 с.
- [19] Ивлев Д. Д., Непершин Р. Н. Внедрение гладкого сферического штампа в жесткопластическое полупространство// Изв. АН СССР. Механика тверд. тела. 1973. №4. С. 159-166.
- [20] Ивлев Д. Д., Ершов Л. В. Метод возмущений в теории упруго-пластического тела. М.: Наука, 1978. 208 с.
- [21] Бережной И. А., Ивлев Д. Д. Об интегральных неравенствах теории упруго-пластического тела// Прикл. матем. и механика. 1980. Т. 44. Вып. 3. С. 540-549.
- [22] Ивлев Д. Д., Романов А. В. Об обобщении решения Прандтля в сферических координатах// Прикл. матем. и механика. 1982. Т. 46. Вып. 5. С. 869-871.
- [23] Ивлев Д. Д. К теории предельного состояния пластических пористых тел// Изв. РАН. Механика тверд. тела. 1992. №3. С. 163-166.
- [24] Артемов М. А., Ивлев Д. Д. О статических и кинематических соотношениях теории идеальной пластичности при кусочно линейных условиях текучести// Изв. РАН. Механика тверд. тела. 1995. №3. С. 104-110.
- [25] Ивлев Д. Д. Об общих уравнениях теории идеальной пластичности/ В сб.: Проблемы механики сплошной среды (К 60-летию акад. В. П. Мясникова). Владивосток, 1996. С. 112-115.
- [26] Быковцев Г. И., Ивлев Д. Д. Теория пластичности. Владивосток: Дальнаука, 1998. 528 с.
- [27] Ивлев Д. Д. О соотношениях ассоциированного закона пластического течения в обобщенных переменных// Докл. АН. 1998. Т. 363. №6. С. 775-776.
- [28] Ивлев Д. Д., Ишлинский А. Ю. Полная пластичность в теории идеально-пластического тела// Докл. АН. 1999. Т. 368. №3. С. 333-334.