

*Мы все подобны облакам
Которые внезапно налетают
И уходят в никуда*

Из китайской мудрости

Д. Д. Ивлев

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ. 1. ДО ВОРОНЕЖА

Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева

Аннотация. В статье излагаются события, связанные с работой автора в ИМЭХ АН СССР и защитой докторской диссертации

Ключевые слова: напряжение, деформация, упругость, пластичность, предельное состояние

УДК: 539.374

Глеб Константинович в воспоминаниях, опубликованных выше, коснулся событий, свидетелем которых я был, коснулся личностей, с которыми мне также довелось иметь дело. Есть, что вспомнить.

В 1948 году я окончил среднюю школу в Чебоксарах и поступил в Московский университет на мехмат. В нашей группе учились Юрий Андреевич Демьянов и Владимир Павлович Карликов. Я специализировался по механике деформируемого твердого тела, меня интересовала теория пластичности. На четвертом курсе я ознакомился с кандидатской диссертацией Виктора Васильевича Москвитина, посвященной вторичным пластическим деформациям на примере толстостенной трубы и полого шара. Дело в том, что при нагружении за пределом текучести в теле появляются пластические деформации, а при последующей разгрузке за счет внутренних напряжений в теле могут появиться новые, дополнительные пластические деформации.

Алексей Антонович Ильюшин, руководитель работы В.В., назвал эти пластические деформации вторичными. Мне показалось возможным распространить результаты В.В. на случай произвольных тел, это была моя курсовая работа, позже я добавил к ней раздел о повторных нагружениях тел, с теорией приспособляемости я тогда знаком не был.

Мою работу смотрел сам Алексей Антонович и, по-видимому, остался доволен. Когда через много лет я стал смотреть свою работу, то обнаружил, что допустил ряд неточностей.

Поступила 12.12.2008

При построении теории пластичности А.А. проводил разделение определяющих соотношений по признакам простого и сложного нагружений. Довольно скоро я пришел для себя к выводу, что теорию пластичности надо строить так, как все разделы механики сплошной среды – от простых замкнутых моделей к более общим, и что в основе теории пластичности должна лежать теория идеальной пластичности.

В аспирантуре я посещал семинары кафедры теории пластичности, тон, направление на которых задавал Гавриил Семенович Шапиро.

Кандидатскую диссертацию я защитил в МГУ в декабре 1956 года. Надо сказать, что Алексей Антонович в то время очень хорошо относился ко мне, именно по его предложению первым оппонентом выступил В.В. Соколовский, вторым оппонентом был Г.С. Шапиро, вел Совет Ю.Н. Работнов, голосование прошло без сучка и задоринки.

Я не мог устроиться на работу, пока не решился пойти к Алексею Антоновичу и попросить принять меня в Институт Механики АН СССР, директором которого он тогда был. А.А. без разговоров принял меня, я был зачислен в ИМех АН 07.02.1957 г. Не знаю почему, я никаких пожеланий на этот счет не высказывал, я оказался в отделе Ю.Н. Работнова, сам Ю.Н. никаких усилий по зачислению меня в ИМех АН не предпринимал, да я к нему и не обращался.

То, что А.А. принял меня на работу в ИМех АН, было для меня очень большим делом, и я сохраняю глубокую признательность Алексею Антоновичу за этот шаг.

Впоследствии мои отношения с А.А. осложнились, об этом я пишу в “Трех дискуссиях”. Я действительно до сих пор не понимаю, почему А.А. не захотел разобраться в моих замечаниях к работам К.Н. Шевченко, но мне тогда следовало вести себя более осмотрительно и продуманно. Впоследствии у нас с А.А. были столкновения, с безапелляционностью А.А. в ряде случаев я согласиться не мог. У А.А. были свои слабости, у кого их нет, но в моих глазах Алексей Антонович никогда не был интриганом.

Весь 1957 год я чувствовал себя в ИМехе прекрасно, Ю.Н. Работнов был назначен председателем комиссии по прочности газовых турбин, Э.И. Григолюк – его заместителем, я – ученым секретарем. Вместе с Евгением Ивановичем Болдыревым мы организовывали конференции и совещания по прочности газовых турбин, выезжали в Ленинград и Киев, посетили многие заводы и КБ, связанные с газовыми турбинами. Мы работали много и хорошо, наша работа получала одобрение.

В ИМехе я сблизился с Николаем Адриановичем Талицких, человеком в общем-то необычной судьбы. В то время он редактировал все журналы по механике, Н.А. знали все механики, человеком он был весьма колоритным. В то время я был далек от событий, происходивших в ИМехе, в местком я не избирался, по возрасту не состоял в комсомольской организации. С Глебом Константиновичем в то время, разумеется, мы были знакомы, но тогда близки не были.

Осложнения моего положения в ИМехе начались после моих результатов по работам К.Н. Шевченко весной 1958 года.

В 1958 году началась эпопея с выборами членов Академии Наук по Сибирскому Отделению. Ю.Н. Работнов был избран академиком по СО АН, Э.И. Григолюк – членом-корреспондентом. Я был огорчен неизбранием В.В. Соколовского академиком по СО АН, к В.В. я всегда чувствовал и сохраняю глубокое уважение, думаю, что если бы В.В. был избран, судьба прочности в СО АН была бы иной.

В то время у меня не было ни московской прописки, ни жилья в Москве, я принял предложение Ю.Н. перейти в Сибирское Отделение. В СО АН я числился три месяца. Я побывал в Новосибирске, посмотрел на новые жилые дома, мне понравилось, но тогда же меня начали терзать сомнения. Я уже достаточно знал Ю.Н. и Э.И. и не сомневался, что их пребывание в СО АН не затянется.

Разрешению моих сомнений послужил один эпизод. 1.10.58 г. я отправился в бухгалтерию за получкой, мне сказали, что по указанию Ю.Н. Работнова до особого распоряжения зарплата мне выдана не будет. Я повстречался с Э. И. Григолюком и спросил, что же это такое. Э.И. развел руками, он все понимает, но ничего сделать не может. Мне показалось, что он в курсе дела, что вопрос с ним согласован и он поддерживает действия Ю.Н. К Ю.Н. я объясняться не пошел. Не помню, что я мог совершить: опоздать куда-либо, задержать какую-либо бумагу? Не помню, знаю, что ничего существенного я сделать не мог, но знал, что у меня есть семья: жена, дочь и других источников дохода кроме зарплаты у меня нет.

В Сибирское отделение
АН СССР
Труду Вас выдать
зарплату Д.Д. Ивлиеву
за сентябрь месяц
с.г.
зав. отд. АН СССР
[Signature]
2/X 58

У Ю.Н. не было оснований применять ко мне подобные санкции, тем не менее, новоиспеченный академик счел возможным показать, кто есть кто, применить ко мне “воспитательные меры”. На другой день я был настроен решительно и, повстречав Э.И. Григолюка, сказал, что мне необходима зарплата. Григолюк, не знаю что сыграло роль, написал записку в бухгалтерию. В бухгалтерии записка Григолюка не понадобилась, там, по-видимому, осознали, узнали о незаконности своих действий, без всякого выдали мне зарплату. Записку Григолюка я сохранил, привожу эту историческую записку. После этого инцидента совместная работа в СО с Ю.Н. и Э.И. для меня была исключена, я решил идти своим путем. Жалею ли я об этом? Конечно, нет.

Предлог не заставил себя ждать. По проекту в задуманном Институте прочности СО АН должно было быть 14 лабораторий, я спросил Ю.Н., кем он видит меня в этом институте. Он ответил – ученым секретарем. Я сказал, вы стали академиком, Э.И. – членом-корреспондентом, я хотел бы быть заведующим лабораторией. На это Ю.Н. ответил, что зав. лабораториями будут только доктора наук. Я спросил, где

вы найдете 14 докторов наук, на что мне ответили, что это не мое дело. На это я сказал, что на таких условиях в СО АН я работать не буду¹. Мой предлог, точь в точь, слово в слово, использовали В.Д. Ключников и С.А. Шестериков, которые тоже отказались перейти в СО и ехать в Новосибирск. Это был первый звонок для Ю.Н., за ним последовали другие. В конце концов, Институт прочности в СО создан не был, а Ю.Н. и Э.И. отбыли в Москву.

Итак, я уволился из СО АН и остался с испорченными на тот момент отношениями с А.А. Ильюшиным и Ю.Н. Работновым².

Весной 1959 года я подал в МГУ докторскую диссертацию, защита состоялась в октябре этого же года.

Моя докторская диссертация посвящена пространственной задаче теории идеальной пластичности, общей теории предельного состояния тел.

Плоская задача, ведущая начало от Сен-Венана, фундаментальным образом была развита Прандтлем³. Результаты, полученные Генки⁴, были переосмыслены Прандтлем, он придал им каноническую форму, ему принадлежит их наименование: *Теоремы Генки*. Эти теоремы в интерпретации Прандтля стали знаменитыми. Удивительно, что Генки утверждал, что никаких других семейств линий скольжения, кроме декартовой и полярной сетки координат, не существует, и как легко и изящно Прандтль опрокинул это утверждение, указав на трубу под давлением.

Гигант Прандтль прорубил в дремучем лесу широкую просеку, определив развитие плоской задачи теории идеальной пластичности. После гениальных работ Прандтля последовали работы Гейрингер, Надаи, В.В. Соколовского, Прагера, Хилла и др., придавших теории плоской задачи законченный вид. Теория превратилась в мощную прикладную науку, связанную с определением предельного состояния тел и конструкций, технологией обработки металлов давлением и т.д. Естественное обобщение теории, путем введения в условие предельного состояния среднего давления, привело к развитию статике сыпучих сред, теории предельного состояния грунтов и т.д.

Что касается осесимметричной задачи, Генки указал на ее статическую определенность при условии полной пластичности и предложил приближенный аналитический прием решения.

Ограничившись исследованием плоской задачи, Прандтль (1921 г.) писал: *для разработки пространственной задачи до сих пор не найдено надлежащего пути и пока, пожалуй, имеется мало перспектив ее решения*. После этих слов Прандтля задачу построения пространственных соотношений теории идеальной пластичности, сохраняющей все особенности плоской задачи – статическую определенность

¹Я знаю, что мой отказ огорчил Михаила Алексеевича Лаврентьева, у него каждый человек был на счету. Он знал меня по дискуссии с К.Н. Шевченко, именно по его предложению я добавил пример с изгибом балки, но к Лаврентьеву объясняться я не пошел.

²Забегая вперед, скажу, что после защиты диссертации мои отношения с Ю.Н. Работновым быстро восстановились. Ю.Н. предлагал мне переезд в Новосибирск на любых условиях, но у меня уже были обязательства перед Воронежем, к тому же мне там было неплохо.

³*Prandtl L.*, ZAMM, Bd. 1, N. 1, S. 15-20 (1921), ZAMM, Bd. 3, N. 6, S. 101-106 (1923), русский перевод, Теория пластичности. М. : Ил, 1948.

⁴*Hencky H.*, ZAMM, Bd. 3, N. 4, S. 241-251 (1923), русский перевод, Теория пластичности. М. : Ил, 1948.

соотношений, гиперболический тип уравнений, есть все основания назвать *проблемой Прандтля*. Вот эту проблему я и решил.

Александр Юльевич Ишлинский в своей докторской диссертации (1943 г.) представил свои результаты по общей пространственной задаче теории идеальной пластичности при условии полной пластичности:

$$\sigma_1 = \sigma_2, \sigma_1 = \sigma_3 + 2k, k - const, \quad (1)$$

где σ_i – главные напряжения, k – предел текучести при сдвиге.

А.Ю. записал условие полной пластичности в виде:

$$\sigma'_1 = \sigma'_2, \sigma'_1 = \sigma'_3 + 2k, \sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3 = 0, \quad (2)$$

где штрих наверху приписан компонентам девиатора. Согласно (2) получается

$$\Sigma'_2 = \sigma'_1\sigma'_2 + \sigma'_2\sigma'_3 + \sigma'_3\sigma'_1 = -\frac{4}{3}k^2, \Sigma'_3 = \sigma'_1\sigma'_2\sigma'_3 = -\frac{16}{27}k^3, \quad (3)$$

где Σ'_2, Σ'_3 – второй и третий инварианты девиатора напряжений.

Три уравнения равновесия $\sigma_{ij,j} = 0$ плюс два условия пластичности (3) определяют систему пяти уравнений относительно шести компонент напряжений σ_{ij} . Чтобы замкнуть систему уравнений, А.Ю. использовал условие изотропии, определяющее свободу скоростей перемещений, на ребре пересечения условий текучести (3).

$$\sigma_{ij}\varepsilon_{ji} = \varepsilon_{ij}\sigma_{ji}, \quad (4)$$

где ε_{ij} – компоненты скорости пластических деформаций.

В работе А.Ю. все правильно, но он остановился на полпути к вершине, система уравнений А.Ю. является статически неопределимой, принадлежит к эллиптическому типу.

Вся красота, весь смак соотношений плоской задачи теории идеальной пластичности состоит в том, что имеют место предельные статически определимые соотношения и система уравнений принадлежит к гиперболическому типу.

В основе моих представлений лежал тот факт, что предельное состояние не может быть достигнуто при статически неопределимых состояниях. При статически неопределимых состояниях сохраняется связь между напряженным и деформированным состояниями, изменение напряженного состояния ведет к изменению деформированного состояния и предельное состояние не достигается так, как это имеет место в линейной теории упругости. Я поступил следующим образом: взял соотношения

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_1 l_1^2 + \sigma_2 m_1^2 + \sigma_3 n_1^2, \\ \tau_{xy} &= \sigma_1 l_1 l_2 + \sigma_2 m_1 m_2 + \sigma_3 n_1 n_2, \quad (xyz; 1, 2, 3, l, m, n) \end{aligned} \quad (5)$$

где l_i, m_i, n_i – направляющие ортогональные косинусы, определяющие ориентацию главных напряжений σ_i в физическом пространстве в декартовой системе координат xyz .

Из (5) и условия полной пластичности (1) следует

$$\sigma_x = \sigma - \frac{2}{3}k + 2kn_1^2, \tau_{xy} = 2kn_1 n_2, n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 = 1, (xyz, 1, 2, 3), \sigma = \sigma_{ii}, \quad (6)$$

где n_i – направляющие косинусы, определяющие ориентацию главного напряжения σ_3 в декартовой системе координат xuz .

Согласно (6), компоненты напряжения σ_{ij} выражаются через три независимых переменных, система уравнений становится статически определимой. Я показал, что полученная система уравнений для напряжений принадлежит к гиперболическому типу, характеристические поверхности совпадают с поверхностями действия максимальных касательных напряжений. Далее я воспользовался условиями изотропии, получил три уравнения для определения трех составляющих скоростей перемещения, показал, что эта система уравнений также принадлежит к гиперболическому типу и характеристические поверхности для определения скоростей перемещений совпадают с характеристическими поверхностями уравнений для компонент напряжений и являются поверхностями скольжения.

Все особенности плоской задачи – гиперболический характер уравнений, совпадение характеристик уравнений для компонент напряжений и скоростей пластических деформаций, совпадение характеристик с линиями скольжения (линиями разрыва скорости перемещений) и линиями действия максимального касательного напряжения – все это было сохранено как частный случай, в полученных мной соотношениях. Вот и все. Остальное было делом техники. Просто? Просто, а, следовательно, хорошо. А разве не “просты” гениальные соотношения Сен-Венана для плоской задачи:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad (\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2 = 4k^2, \\ de_x + de_y = 0, \quad \frac{de_x - de_y}{\sigma_x - \sigma_y} = \frac{de_{xy}}{\tau_{xy}}, \end{aligned} \quad (7)$$

где de_{ij} – приращения пластических деформаций.

Пять соотношений (7): два уравнения равновесия, условие пластичности, условие несжимаемости и условие изотропии. Но за этими пятью уравнениями стоит многотомная теория плоской задачи идеальнопластического тела, и ее фундаментальных приложений. Именно на основе теории идеальной пластичности развиты такие ее разделы, как жесткопластический анализ предельного состояния, теории приспособляемости, оптимального проектирования, упругопластических задач, динамики жесткопластических и упругопластических тел и т.д.

Я опубликовал свои результаты в 1958 году, полвека тому назад. Я уже тогда отлично представлял, что я сделал, знал, что эти результаты имеют фундаментальный характер, от них никуда не деться, они распахнули дверь в необъятную и сложную область пространственных задач предельного состояния тел. И если кто-то это не знает, не понимает или не хочет понять – это его проблемы. Как сказал Г. Перельман: *если доказательство правильное, оно не требует никаких знаков признания (?)*.

Итак, защита. Председательствовал на Совете А.Ю. Ишлинский, оппонентами были Лев Александрович Галин, Лазарь Маркович Качанов, Гавриил Семенович Шапиро.

Что касается Льва Галина, то он занимался упругопластическими задачами, блестяще решал задачи теории упругости в новых постановках, связанных с наличием областей пластического деформирования. В общем-то он был далек от собственно теории пластичности, но он всегда неизменно, как мог, поддерживал меня. Что же касается Л.М. Качанова и Г.С. Шапиро, то это были специалисты экстра-класса, в теории пластичности рядом с ними поставить кого-либо у нас было трудно.

А.А. Ильющин прислал в Совет письмо, которое было зачитано, в котором он, разумеется, отвергал мою работу. А.А. никогда не жаловал теорию идеальной пластичности. В моих работах А.А. не разбирался, если бы разобрался, то такое письмо не написал бы, а так – зачем утруждать себя, разбираться, проще надавить авторитетом на членов Совета. Все же в подобных случаях надо подумать и о своем авторитете.

Кстати, где это письмо, сохранилось ли оно, тогда это меня не интересовало, сейчас было бы интересно. А.А. прислал на защиту двух своих бойцов: Александра Михайловича Жукова и Виктора Степановича Ленского. Эти господа были без понятия о результатах работы, тем не менее, они регулярно появлялись у доски с возражениями, которые без труда опровергались. Все же защита продолжалась более четырех часов.

Меня очень эмоционально поддержал Леонид Иванович Седов, пластичность он не знал (позднее Седов расширил свои познания в этой области, но пробелы остались, об этом я еще скажу), но в таких случаях важно не *что* говорят, а *как* говорят. Всем было видно, что он очень *за*. Далеко вперед глядел Леонид Иванович. Александр Геннадьевич Курош был возмущен письмом А.А. и поддержал меня.

Для меня была дорогá и волнительна поддержка Михаила Митрофановича Филоненко-Бородича, он был исключительно компетентным и авторитетным ученым в области механики деформируемого твердого тела. М.М. буквально сказал, что мы имеем дело с новым, важным шагом вперед в нашей науке. М.М. был начальником кафедры сопротивления материалов в Военно- инженерной академии им. Куйбышева, он был в генеральской форме с погонами и лампасами в чине генерал-майора инженерно-технических войск. М.М. оставил прекрасный курс сопромата в двух томах, написанный с сотрудниками-учениками, прекрасный курс теории упругости. По мере более подробного знакомства с этим курсом, я всегда открывал новые для себя сведения, я считаю, что курс М.М. занимает свое особое место среди многочисленных курсов теории упругости. Студентом я слушал лекции М.М., по сопромату сдавал ему экзамен, с этим экзаменом связан один забавный эпизод, но об этом как-нибудь, может быть, в следующий раз. Замечу, что М.М. в то время был сотрудником кафедры теории упругости А.А. Ильющина в МГУ по совместительству. А.Ю. Ишлинский⁵ оставил трогательные и очень уважительные воспоминания о Михаиле Митрофановиче.

А.Ю. Ишлинский очень внимательно следил за защитой и в заключение сказал, что он “завидует этим результатам”. Приступили к голосованию. Меня остановил Виктор Васильевич Москвитин, сказал: на, смотри, он был членом Совета, и показал бюллетень с пометой “согласен”. В.В. был одним из ближайших сотрудников А.А. Ильющина, одним из лидеров партийной организации мехмата, тогда он еще не был доктором наук. В.В. оставил прекрасные монографии и работы по вязкоупругости, в моей памяти он остался исключительно порядочным человеком.

Огласили протокол, были против и воздержавшиеся. Я прошел с некоторым запасом прочности. Итак, защита состоялась, что дальше?

Михаил Митрофанович предложил мне работу на профилирующей кафедре в крупном строительном ВУЗе у своего друга, известного профессора, по отзывам очень порядочного человека, к сожалению, не помню фамилии. Но у меня была “маленькая,

⁵Ишлинский А.Ю. Механика. Идеи, задачи, приложения. М. : Наука, 1985. 623 с.

но семья” – жена, дочь, и, повторюсь, у меня не было московской прописки и жилья в Москве. Я принял предложение переехать в Воронеж для работы в Воронежском университете. Под меня 09.12.1959 г. была открыта кафедра упругости и пластичности ВГУ. От этой даты ведет свое начало “Воронежская школа механики”.

В этом году в декабре школе исполняется 50 лет, и я начал разбираться, как и что. Я насчитал более 30 докторов, среди которых прямые ученики, “внуки” и даже “правнуки”. Прежде всего, я вспоминаю Г.И. Быковцева, И.А. Бережного, В.В. Дудукаленко. К глубокому сожалению, двух первых с нами нет. Сейчас в Воронеже работают такие ученые, как А.Д. Чернышев, А.Н. Спорыхин, Ю.А. Россихин, и М.В. Шитикова и др., в Самаре – Ю.Н. Радаев и А.И. Хромов (ученики Г.И. Быковцева), в Новосибирске – А.Ф. Ревуженко, в Минске – А.В. Чигарев, во Владивостоке – А.А. Буренин, недавно избранный членом-корреспондентом РАН и т. д. Что касается кандидатов наук, то трудно сосчитать, можно сбиться со счета. Я подумываю об издании тома, в который вошли бы лучшие, избранные работы представителей школы. Если будет время и сохранится желание, может быть, выпустим.

Мое пребывание в Воронеже для меня памятно, с Воронежем связаны годы молодости, во время пребывания в Воронеже в нашей семье появился сын, но о воронежском периоде и о том, что было дальше – потом.

D. D. Ivlev

FROM MEMOIRS. 1. TO VORONEZH

The Chuvash State Pedagogic University named after I.Y. Yakovlev

Abstract. In article the events connected with work of the author in IMEN AN the USSR and protection of the thesis for a doctor’s degree

Keywords: pressure, deformation, elasticity, plasticity, a limiting condition

Ивлев Дюис Данилович

доктор физико-математических наук, профессор, Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, 428000, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, 38

e-mail: ivlev21@mail.ru

Ivlev Dyuis Danilovich

doctor of sciences, professor, Chuvash state pedagogical university of I. J. Jakovleva, Cheboxary, 428000, st. Karla Marksa, 38.