

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Саврасова Ивана Александровича «Закономерности упругопластического деформирования стали 45 и сплава В95», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»

### Актуальность

Методы и модели расчёта напряженно-деформированного состояния высоконагруженных конструкций, детали которых работают за пределом упругости, требуют применения адекватных математических моделей неупругого поведения конструкционных материалов. Эти модели созданы на обобщении опыта экспериментальных исследований при испытании образцов при нагружении по простым или сложным траекториям деформирования. Варианты теории пластичности, применяемые в расчетной практике, основаны на требовании применения ряда закономерностей – гипотез и постулатов теории пластичности. Экспериментальная проверка этих закономерностей представляет важную задачу. Диссертация И.А. Саврасова, посвященная экспериментальной проверке выполнения классических гипотез и постулатов теории пластичности при испытаниях двух существенно отличающихся друг от друга конструкционных материалов – стали и алюминиевого сплава В95, актуальна.

**Содержание.** Диссертационная работа изложена на 216 страницах, Текст состоит из Введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 189 наименований и приложений.

**Во введении** традиционно изложены, заявленные автором: положения об актуальности работы и цель исследования, структура диссертации и выносимые на защиту: научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** приведен исторический обзор научной литературы по развитию теории пластичности и экспериментальных исследований упругопластического деформирования различных материалов при неупругом деформировании. Считаю излишним обзор и стремление автора в ограниченном объеме дать представление об этапах формирования моделей пластичности и неупругости. Этот обзор, при доработке, расширении и научной редакции, может стать основой неплохого учебного пособия для студентов, изучающих проблемы механики деформированного твердого тела.

**Во второй главе** излагаются основы, предложенных А.А. Ильюшиным вариантов теории упругопластического деформирования. Рассмотрены основные положения деформационной теории упругопластического деформирования и теории процессов А.А. Ильюшина. В основе теории процессов, частным случаем которой при простом нагружении является теория

малых упругопластических деформаций, лежит постулат изотропии. Во многих работах по построению зависимостей, как теории процессов, так и теории упругопластического течения явно и неявно прослеживается применение постулата изотропии. Однако, автор диссертации обратил внимание на то, что справедливость постулата изотропии возможна только при условии, что влияние третьего инварианта тензора напряжений невелико. Проверке этого предположения посвящена экспериментальная часть исследования.

**В третьей главе** приводится описание методики экспериментального исследования, которое выполнено на созданном в ТГТУ автоматизированном испытательном комплексе СН-ЭВМ, обеспечивающем средства измерения перемещений, углов поворота, усилий и моментов при управляемом деформировании по заданным траекториям. Описаны конструкции образцов для испытаний: на осевое растяжение-сжатие; внутреннее давление и кручение; методика металлографических исследований.

**В четвертой главе** приведены результаты испытания образцов при нагружении по различным программам. По результатам испытаний стали 45 при простых нагружениях – растяжении, сжатии, кручении и пропорциональном сжатии с кручением автор сделал вывод о том, что для стали 45, в этом случае, справедлива гипотеза о единой кривой деформирования. При испытаниях образцов в пространствах деформаций и напряжений А.А. Ильюшина, автор делает аналогичный вывод, что и в этом случае постулат изотропии на многозвенных ломаных и криволинейных плоских траекториях деформаций справедлив.

Испытания сплава В95 при простых нагружениях (растяжении, сжатии и кручении) показали, что диаграммы растяжения и кручения могут отличаться на 20%. Откуда следует, что для алюминиевого сплава гипотеза о единой кривой деформирования должна использоваться при применении математических моделей пластичности с учетом возможной погрешности. Аналогично эксперименты по сложному нагружению на многозвенных ломаных и криволинейных траекториях деформаций показывают о «неполном» выполнении постулата изотропии для сплава В95, что объясняется умеренной чувствительностью сплава к виду напряженного состояния. Этот результат требует, при наличии соответствующих экспериментальных данных, применять в расчетной практике модель пластичности, учитывающей вид напряженного состояния.

### **Новизна результатов диссертационной работы**

К новым научным результатам диссертационной работы следует отнести результаты подтверждения выполнения постулата изотропии для конструкционной стали 45. Закономерности поведения сплава В95 при нагружении по простым и сложным траекториям демонстрируют отклонения результатов от постулата изотропии, что следует считать важным результатом, обладающим новизной.

**Достоверность** подтверждена тем, что экспериментальные результаты получены на современном испытательном комплексе СН-ЭВМ. Выводы о закономерности упругопластического поведения стали и алюминиевого сплава соответствуют опубликованным в литературе результатам подобных экспериментальных исследований других авторов.

### **Практическая значимость диссертационной работы**

Методика экспериментальных исследований представляет интерес для организации подобных исследований механических свойств других конструкционных материалов. В Приложении 3 приведены таблицы с результатами испытаний. Это является несомненным практическим достоинством диссертационной работы, что позволяет надежно тестировать модели теории пластичности конструкционных материалов при сложном нагружении.

По теме диссертации Саврасова И.А. опубликовано 11 работ, 4 из них в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ, и 1 в издании, индексируемом базами Scopus и Web of Science. Материалы были представлены на 9 конференциях, в том числе на 4 международных.

Автореферат диссертации и опубликованные автором работы достаточно полно отражают содержание и основные результаты диссертации.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Текст диссертации содержит ряд опечаток и неточностей, которые автору указаны. Исторический обзор в первой главе плохо структурирован. Диссертационная работа посвящена исследованию закономерности упругопластического поведения конструкционных материалов. Считаю излишним упоминание в обзоре ученых механиков, например Н.Е. Жуковского, А.Н. Крылова и ряда других, не имевших к теории пластичности никакого отношения. С другой стороны важный вопрос учета третьего инварианта и его влияния на выполнение постулата изотропии слабо отражен в обзоре и не упоминается в выводах диссертации
2. Не ясно связано ли «неполное» выполнения постулата изотропии с анизотропией сплава В95. В работе имеются данные о материале образцов, однако результаты, хотя бы испытаний проверки твердости образца в осевом и окружном направлении не приведены. Такие испытания могли бы до начала экспериментов позволить сделать предположение о возможном отклонении результатов от постулата изотропии.
3. В 1983 г. на последнем симпозиуме по пластичности в Перми профессор В.С. Ленский во время круглого стола обратил внимание на представление экспериментальных результатов при испытании образцов

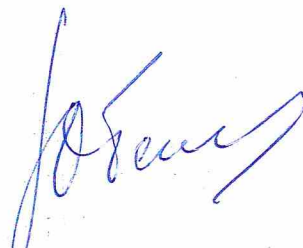
за пределом упругости. К сожалению, во многих работах графическое представление не позволяло оценить точность экспериментов. В Приложении 3 приведена таблица значений напряжений и деформаций с точностью до семи значащих цифр. Не ясно согласованы ли эти результаты с точностью измерительных устройств испытательного комплекса? Однако при наличии таких числовых значений сравнение кривых деформирования и отклонений траекторий в диссертации выполнено только качественно – сравнением результатов на рисунках. По графикам очень сложно оценить выводы автора.

### Заключение

Несмотря на сделанные замечания, диссертационную работу И.А. Саврасова следует оценить положительно. Автор выполнил серию оригинальных экспериментальных исследований и привел результаты, которые позволят провести тестирование ряда известных вариантов теории пластичности и, возможно, уточнить модели пластичности, применяемые при расчете конструкций за пределом упругости.

Диссертация И.А. Саврасова является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены закономерности упругопластического деформирования стали 45 и сплава В95 при сложном нагружении и проверено выполнение постулата изотропии. Диссертация отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Саврасов Иван Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент  
д.т.н., проф., Главный научный  
сотрудник отдела «САПР и  
математическое моделирование ГТД»  
ФАУ «Центральный институт  
авиационного моторостроения» им.  
П.И. Баранова,  
111116, Москва, Авиамоторная 2:  
Тел: 8 495 3616482,  
e-mail: [ymtemis@ciam.ru](mailto:yntemis@ciam.ru)

  
Темис Юрий Моисеевич  
04.06.2024г.

Подпись Главного научного сотрудника отдела «САПР и  
математическое моделирование ГТД» Темиса Ю.М. подтверждаю

Начальник отдела  
Кадрового администрирования

О.И. Донская

