

УДК 539.4

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
И ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ
С ГОСТом 7. 33-81 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СЛОЖНОМУ НАГРУЖЕНИЮ¹**

**ВАВАКИН А. С., ВАСИН Р. А., ВИКТОРОВ В. В., МОХЕЛЬ А. Н.,
САЛГАНИК Р. Л., СТЕПАНОВ Л. П., ХРИСТИАНОВИЧ С. А.**

Экспериментальные исследования поведения конструкционных материалов в условиях сложного напряженно-деформированного состояния представляют большой интерес для практики. Это связано с тем, что данные этих исследований служат основой, с одной стороны, для расчета элементов конструкций, а с другой — для установления общих закономерностей поведения материалов.

Испытания на сложное нагружение требуют специального оборудования и специально разработанных средств измерения усилий и деформаций. Изготовление образцов технологически сложно и дорого. Поэтому результаты каждого такого исследования являются в значительной мере уникальными.

Ценность этих работ значительно снижается из-за того, что публикуемые экспериментальные результаты, как правило, неполны, имеют отрывочный и иллюстративный характер. Это связано, во-первых, с тем, что ввиду ограничения объема публикаций в работах обычно приводятся наиболее важные и интересные с точки зрения автора экспериментальные результаты, в то время как их основная часть остается неопубликованной. При этом очень часто в работах отсутствуют необходимые данные опорных испытаний, сведения об исследуемом материале, образцах, методике испытаний, что не позволяет в дальнейшем использовать полученные результаты.

Второй причиной является отсутствие стандартной формы представления результатов испытаний. Это приводит к тому, что в большей части из всех публикуемых работ они даются не в форме таблиц, а в виде графиков, которые имеют лишь качественный характер. Другим недостатком является то, что в ряде работ приводятся не первичные данные испытаний, т. е. измеряемые в опыте усилия (напряжения) и деформации, а даются результаты некоторого пересчета измеряемых величин. При анализе экспериментов обратный переход к первичным данным часто бывает затруднителен.

Следовало бы выработать требования к представлению результатов экспериментального исследования поведения металлов и сплавов в условиях сложного напряженного состояния, которые необходимы для всестороннего анализа их широким кругом специалистов.

Предложения разработаны в соответствии с ГОСТом 7.33-81, вступившим в действие с 01.01.82 [4].

1. Работа, представляющая экспериментальные результаты по сложному нагружению, должна содержать следующие сведения о материале заготовок: марка по ГОСТу (химический состав), способ изготовления (литье, прокат и т. д.), форма поставки (пруток, труба, лист).

2. Сведения об образцах: чертеж образца; основные размеры рабочей части образцов (для трубчатых образцов — наружный, внутренний диаметры, толщина стенки, разностенность, эллиптичность) с указанием приборов и приспособлений, при помощи которых проводились измерения, и точности измерений; технология изготовления (механическая обработка, термообработка); твердость, микротвердость; данные микроструктурного анализа.

3. Сведения об испытательной машине, средствах измерения и регистрации усилий и деформаций (с указанием оценок погрешностей): характеристика установки (или ссылка на работу, в которой есть ее описание); характеристика средств измерений усилий и деформаций; характеристика средств градуировки; характеристика средств регистрации.

¹ Печатаются в порядке обсуждения.

4. Характеристики исследуемого материала: упругие постоянные (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига), степень упругой анизотропии, данные одноосного деформирования (растяжения, сжатия, кручения, данные, характеризующие эффект Ваушингера) в виде таблиц; типичные данные по ползучести для ряда уровней напряжений из исследуемого диапазона напряжений; степень пластической анизотропии.

5. Цель исследования и программы испытаний.

6. Методику проведения экспериментов: последовательность выполнения испытательных программ во времени; скорость нагружения (деформации) на каждом этапе программы, время выдержки в точках излома траекторий нагружения (деформирования); измеряемые в процессе испытаний величины, оценка повторяемости (если по одной программе выполнено несколько испытаний); внешние условия (температура испытаний, способ нагрева или охлаждения, среда, физические поля).

Методика должна быть описана так, чтобы при необходимости испытания могли быть повторены другими экспериментаторами.

7. Первичные экспериментальные данные как функции времени или другого параметра процесса должны быть представлены в виде таблиц.

8. Результаты обработки первичных данных в соответствии с целью исследования могут быть представлены в любой удобной для автора форме.

9. Выводы.

При представлении обширного экспериментального материала объем работы может значительно превысить принятый в публикациях. В связи с этим целесообразно первичные данные оформлять в виде депонированных рукописей или препринов, а в журнальных статьях приводить основные результаты исследования с обязательной ссылкой на депонированную работу или препринт. Если данные об установке, средствах измерения, образцах и методические вопросы изложены в предшествующих работах, то достаточно ограничиться ссылкой на эти работы.

В качестве примера рассмотрим две типичные публикации. Работу [2] можно отнести к числу классических экспериментальных исследований по пластичности. Покажем, в какой мере указанная работа (в виде перевода [3]) отвечает приведенным выше требованиям. Здесь и далее пункты разбора работ соответствуют пунктам сформулированных выше требований.

1. Дается подробное обоснование выбора материала заготовок из стали, силумена (требования однородности, изотропности, хорошей механической обрабатываемости, слабого влияния ползучести), его химический состав, форма заготовок.

2. Показаны схема вырезания образцов из заготовок, тип механической обработки, термообработки (технологическая схема изготовления образцов не указана). Приведены микрофотографии продольных и поперечных разрезов заготовок, данные об однородности и изотропности материала. Приведены размеры образцов без указания точности измерения и отклонения в их размерах от чертежа.

3. Имеется описание и фотография испытательной установки; оговаривается возможность развязки осевой силы и крутящего момента. Указаны способы регистрации усилий и деформаций (сведения о точности измерительных приспособлений не приводятся). Градуировочные данные не указаны.

4. Из стандартных данных приводятся кривые испытаний на кручение, а также результаты испытаний на растяжение и сжатие в виде графиков. Приводится оценка деформации ползучести для стали. Проверена степень изотропности материала.

5. Четко указаны цель работы и программы опытов на простое и сложное нагружение.

6. Описан порядок проведения опытов (кратко). Непосредственно регистрируются осевое усилие, крутящий момент, продольное удлинение и угол закручивания на базе (изменением напряжений и деформаций по толщине трубы пренебрегают). Приводятся только отдельные качественные сведения о повторяемости результатов.

7. Все первичные данные показаны только в виде графиков.

8. Результаты расчетов подробно обсуждаются и иллюстрируются графиками.

9. Четко формулируются выводы.

Как видно, работа [3] в целом удовлетворяет изложенным требованиям по широте приведенного в ней материала, но содержит явно недостаточные сведения о точности результатов и о первичных данных, которые получить из представленного в ней графического материала без значительных ошибок невозможно.

Работа [4] по объему и форме изложения представляет типичную публикацию экспериментальных результатов с их теоретическим анализом в нашей центральной периодической печати.

1. Назван только материал заготовок — ст. 38-ХА.

2. Технология изготовления образцов не указана. Размеры образцов, точность их изготовления и измерения не указаны.

3, 6. Описание установки и методики проведения опытов, способов и приспособлений для измерения усилий и деформаций не приводится, но дается ссылка на

² Не все читатели смогут ознакомиться с работой *Ленского В. С.* Исследования пластичности металлов при сложном нагружении. Дис. на соискание уч. ст. докт. физ.-матем. наук. М., МГУ, 1960. В ней содержатся необходимые сведения, на которые ссылается автор работы [4].

работу [5], где указан способ регистрации деформаций, кратко изложена методика проведения экспериментов, приведены размеры образцов, однако технология их изготовления и термообработка не описаны². О градуировке наклеиваемых на образец тензодатчиков не сказано (хотя градуировка производилась).

4. Приведены значения модуля Юнга и модуля упрочнения кривой одноосного растяжения (сведения о степени анизотропии отсутствуют).

5. Сформулирована цель экспериментов и описана геометрия каждой траектории деформации.

7. Первичные данные не приводятся.

8. Результаты экспериментов (обработка первичных данных) представлены в виде графиков и таблицы, в которой они сравниваются с расчетом по предложенному автором варианту теории.

Первичные данные опытов не могут быть использованы другими авторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 7.33-81. Представление экспериментальных численных данных о свойствах веществ и материалов в статьях периодических и продолжающихся изданий и непериодических сборников. М.: Изд-во стандартов, 1981. 3 с.
2. Morrison J. L., Shepherd W. M. An experimental investigation of plastic stress-strain. — Proc. Inst. Mech. Engrs, 1950, v. 163, № 55, p. 1-17.
3. Моррисон Дж., Шепферд В. Опытное исследование соотношений между напряжениями и деформациями за пределом упругости: Сокр. сб. перев. иностр. период. лит-ры. Механика, 1952, № 1, с. 107-124.
4. Васин Р. А. О связи напряжений и деформаций для траекторий деформаций в виде двузвенных ломаных. — Прикл. механика, 1965, т. 1, вып. 11, с. 89-94.
5. Коровин И. М. Экспериментальное определение зависимости напряжение — деформация при сложном нагружении по траектории с одной точкой излома. — Инж. ж., 1964, т. 4, вып. 3, с. 592-600.

Москва

Поступила в редакцию
11.II.1982