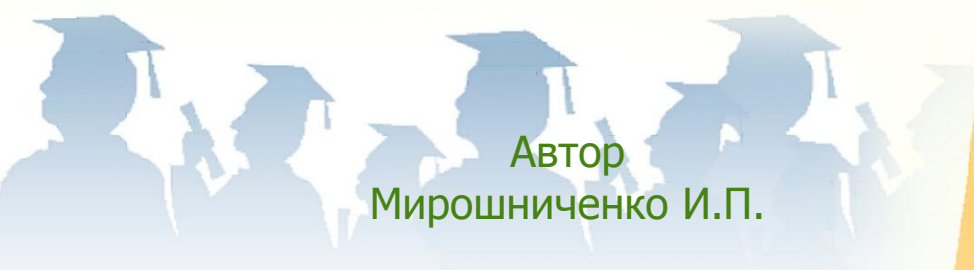




ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Основы конструирования машин»

Методические указания
к проведению
экспериментального исследования
«Экспериментальное исследование
состояния образца конструкционного
материала из фрагмента изделия»



Автор
Мирошниченко И.П.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Конструирование машин и оборудования» и 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» программа «Конструирование машин и оборудования».

Автор

Заведующий кафедрой
«Основы конструирования машин»,
кандидат технических наук, доцент
Мирошниченко И.П.



Оглавление

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
ПРОГРАММА РАБОТЫ	5
ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ.....	5
КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ	5
ПРАВИЛА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	9
ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ	9
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	14
ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА.....	14
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	16
Список литературы	16

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Конструирование машин и оборудования» и 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» программа «Конструирование машин и оборудования».

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями основных профессиональных образовательных программ, сформированных на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Методическое пособие содержит краткие теоретические сведения об основных методах определения механических и прочностных характеристик материалов при исследовании процессов дефектообразования в образцах конструкционных материалов фрагментов изделий, описание экспериментального устройства и измерительных средств, методику проведения экспериментальных исследований, описание порядка проведения работы, требования к оформлению отчета и др.

Методическое пособие разработано для использования в процессе научно-исследовательской практики магистрантов, а также может быть использовано в процессе исследований в научном кружке кафедры «Основы конструирования машин» и при подготовке выпускных квалификационных работ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- закрепление и углубление знаний по методам и средствам дефектоскопии и неразрушающего контроля;
- приобретение навыков экспериментального определения и исследования механических и прочностных характеристик образцов конструкционных материалов из фрагментов изделий, находящихся в эксплуатации;
- приобретение и закрепление практических навыков проведения экспериментальных исследований, регистрации и обработки их результатов.

ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Изучить основные методы определения механических и прочностных характеристик материалов.
2. Изучить конструкцию и назначение экспериментальной установки, измерительного оборудования и методику выполнения измерений.
3. Подготовить установку и оборудование к работе.
4. Исследовать механические и прочностные характеристики образцов конструкционных материалов из фрагментов изделий и провести сравнение полученных результатов.
5. Обработать полученные результаты, заполнить бланк отчета и сформулировать выводы.

ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Изучить:

- цель и программу работы;
- краткие теоретические сведения об основных методах определения механических и прочностных характеристик материалов;
- назначение и принцип действия экспериментальной установки и измерительного оборудования;
- методику выполнения измерений и порядок оформления результатов;
- правила и меры безопасности при выполнении работы.

Подготовить бланк отчета по работе:

- записать тему, цель и программу работы;
- перечень и основные технические данные используемого оборудования.

Подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ

Научно-методический аппарат дефектоскопии в настоящее время достаточно хорошо развит, но при выборе инструмента исследования из широкой номенклатуры существующих методов и средств необходимо учитывать особенности конкретной измерительной задачи. Например, акустико-эмиссионные (АЭ) методы,

применяемые для исследования процессов разрушения материалов, позволяют надежно определить предел текучести, момент зарождения микро- и макро трещин и некоторые другие характеристики материала, но выявление и локализация источников разрушения в элементах сложной конфигурации методами АЭ затруднены.

Для определения механических и прочностных характеристик материалов и изделий широко известны и апробированы перечисленные ниже методы [1].

В частности, используются экспериментальные так называемые R-кривые для исследования изменения трещиностойкости объемных образцов с ростом трещины.

Трещиностойкость также оценивается с помощью вдавливания алмазной пирамиды Виккерса.

Для нахождения упругих и акустических свойств используются ультразвуковые методы; анизотропные напряжения на поверхности образца оцениваются с помощью рентгенодифракции; механическое поведение, характеристики прочности и трещиностойкости объемных образцов определяются в ходе испытаний на растяжение/сжатие, по схемам трех- и четырехточечного изгиба, на разрыв и изгиб надрезанных образцов, на ползучесть при сжатии.

Для оценки напряженно-деформированного состояния объемных образцов разрабатываются специальные устройства, в том числе и с клееными тензометрическими датчиками, способными измерять с необходимой точностью деформации с учетом анизотропии.

Некоторые методы механических испытаний объемных образцов представлены на рис. 1.

Ленточные образцы испытываются на растяжение, продольное сжатие (потерю устойчивости), поперечное сжатие, сжатие и растяжение с использованием U-образного пружинного помоста, испытываются на изгиб по схеме трехточечного изгиба, подвергаются усталостным испытаниям, включающим циклы изгиба и выпрямления ленты, циклическому наложению и снятию деформации или циклическому изменению внешней растягивающей нагрузки. Некоторые методы механических испытаний ленточных образцов представлены на рис. 2.

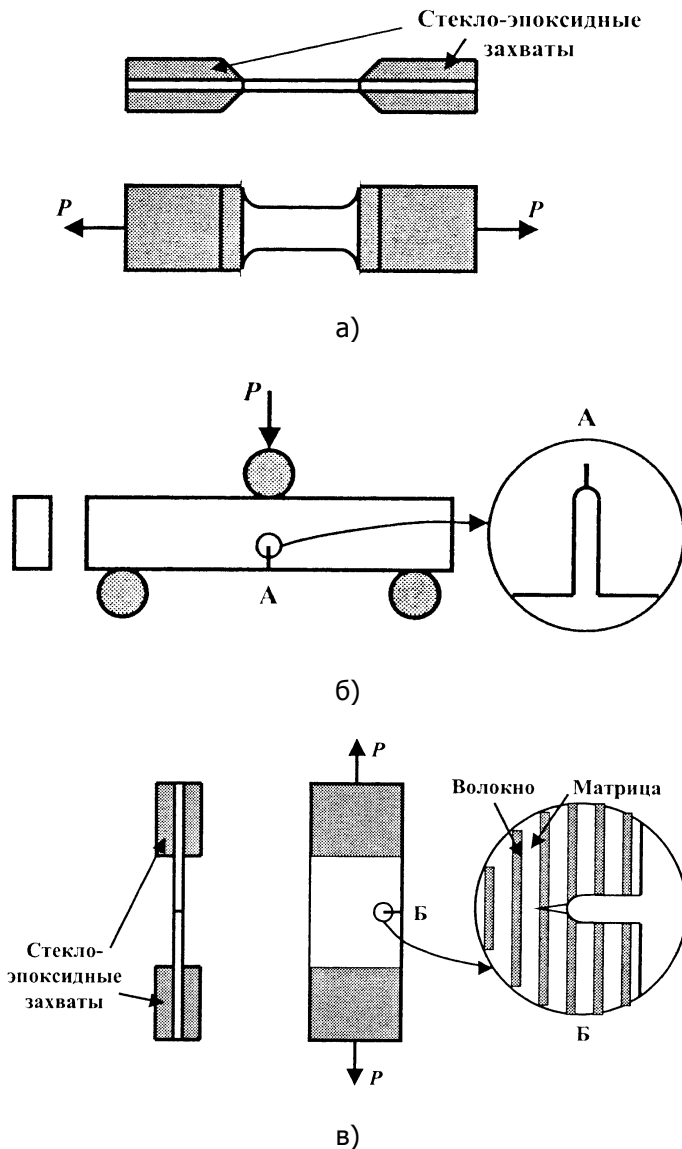


Рис. 1. Методы исследования монолитных образцов: испытание на растяжение (а); трехточечный изгиб надрезанного образца (б); испытание на разрушение образца с одиночным надрезом (в).

Научно-исследовательская практика

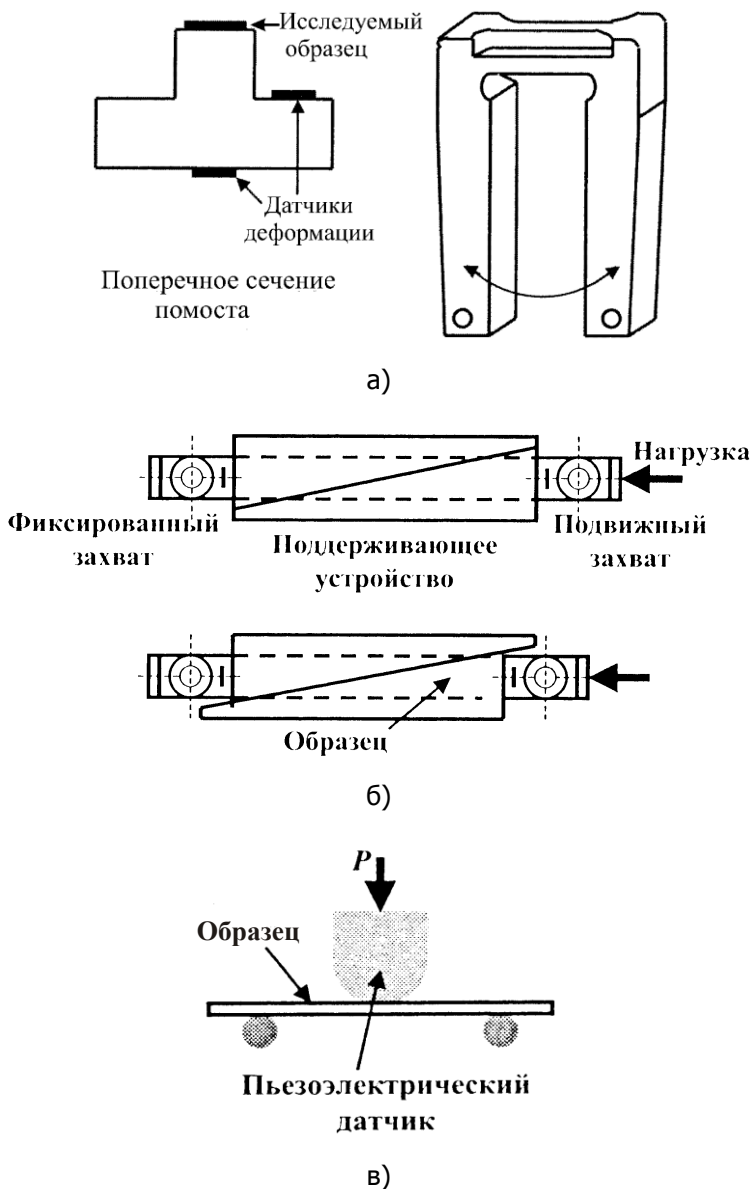


Рис. 2. Методы механических испытаний ленточных образцов: на растяжение-сжатие с использованием U-образного пружинного помоста (а); на потерю устойчивости при продольном сжатии (б); на трехточечный изгиб (нагружение осуществляется пьезоэлектрическим датчиком АЭ) (в).

ПРАВИЛА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Перед началом работы:
 - получить инструктаж по правилам и мерам безопасности от преподавателя;
 - изучить документацию по эксплуатации оборудования;
 - проверить наличие и исправность необходимого инструмента и средств защиты, надёжность заземления установки;
 - перед включением установки проверить исходное положение регуляторов, переключателей и органов управления.
2. Во время работы ЗАПРЕЩАЕТСЯ:
 - оставлять без присмотра работающую установку;
 - работать на неисправном оборудовании, производить сборку и разборку схем измерений под напряжением, прикасаться к соединительным проводам и токоведущим частям в процессе работы;
 - проводить какие-либо работы по устранению неисправностей на оборудовании, установках и приборах;
 - допускать посторонних лиц на рабочее место.
3. При возникновении аварийной ситуации:
 - немедленно обесточить оборудование и доложить преподавателю.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Конструкция экспериментальной установки поясняется чертежами, где на рис. 3 схематично изображено устройство для испытаний образцов, а на рис. 4 показан его внешний вид, схема и внешний вид интерференционного измерителя перемещений представлены на рис. 5 и 6 соответственно [2].

Устройство для испытаний (рис. 3,4) содержит основание 1, имеющее полость 2, в которой размещены гильза 3, выполненная из демпфирующего материала и нагружающее устройство 4 со штоком 5, обеспечивающее перемещение подвижной плиты 6, опоры 7 и 8, установленные на подвижной плите 6, которые снабжены соответственно П-образными ограничителями 9 и 10 продольных и поперечных перемещений образца 11, свободно размещенного на опорах 7 и 8, неподвижную плиту 12, установленную на дополнительном основании 13 при помощи стоек 14 и имеющую центральное отверстие 15, центральную опору 16 с полостью 17, в которой размещен пьезопреобразователь 18 системы

для регистрации АЭ сигналов в образце 11 в процессе испытаний (на рис. 3 и 4 не показан), чувствительный элемент 19 тензометрического измерителя силы, выполненного в виде цилиндрического упругого элемента 20 с фланцами верхним 21 и нижним 22.

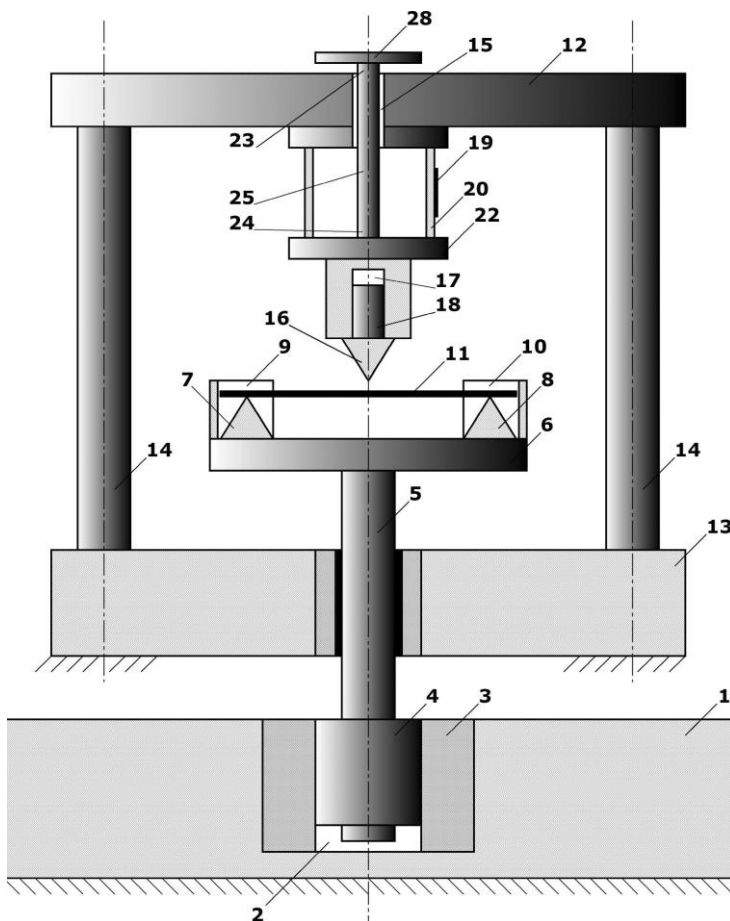


Рис. 3.

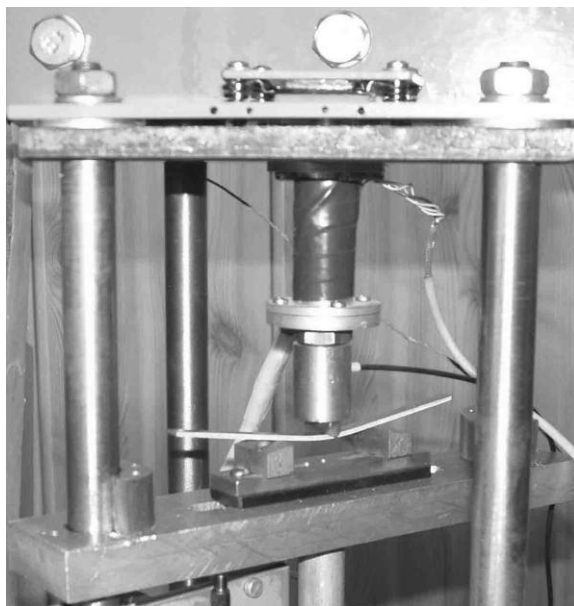


Рис. 4.

Верхний фланец 21 скреплен с неподвижной плитой 12 и имеет центральное отверстие 23, соосное отверстию 15 в неподвижной плите 12. Нижний фланец 22 с наружной стороны соединен с центральной опорой 16, а с внутренней стороны жестко скреплен одним торцом 24 цилиндрического стержня 25, проходящего через центральные отверстия 23 и 15 соответственно верхнего фланца 21 и неподвижной плиты 12. На другом торце 26 стержня 25 установлен отражатель 27, интерференционного измерителя, обеспечивающего бесконтактное и высокоточное измерение деформации чувствительного элемента 19 и цилиндрического упругого элемента 20 тензометрического измерителя под действием нагружающего усилия устройства 4.

Интерференционный измеритель (рис. 5, 6) состоит из лазера 28, оптической системы 29, светоделиителя 30, отражателя (27 жестко закрепленного на торце 26 стержня 25), экрана 31 с установленным на нем фотоприемником 32. Элементы интерференционного измерителя размещены на универсальном измерительном основании 34, исключение составляет только отражатель 27, который жестко закреплен на торце 26 стержня 25 [2,3].

Экспериментальная установка работает следующим образом. Перед началом проведения испытаний образец 11 сво-

бодно размещают на опорах 7 и 8. По команде системы управления испытаниями устройство для создания нагрузки 4 обеспечивает при помощи штока 5 подачу подвижной плиты 6, с установленными на ней опорами 7 и 8, ограничителями 9 и 10 и испытуемым образцом 11 по направлению к центральной опоре 16.

Нагружение испытуемого образца 11 производится с момента контакта его поверхности с центральной опорой 16 и продолжается до момента, определенного целями и задачами испытаний, например, до момента достижения заданного прогиба по месту контакта с центральной опорой 16.

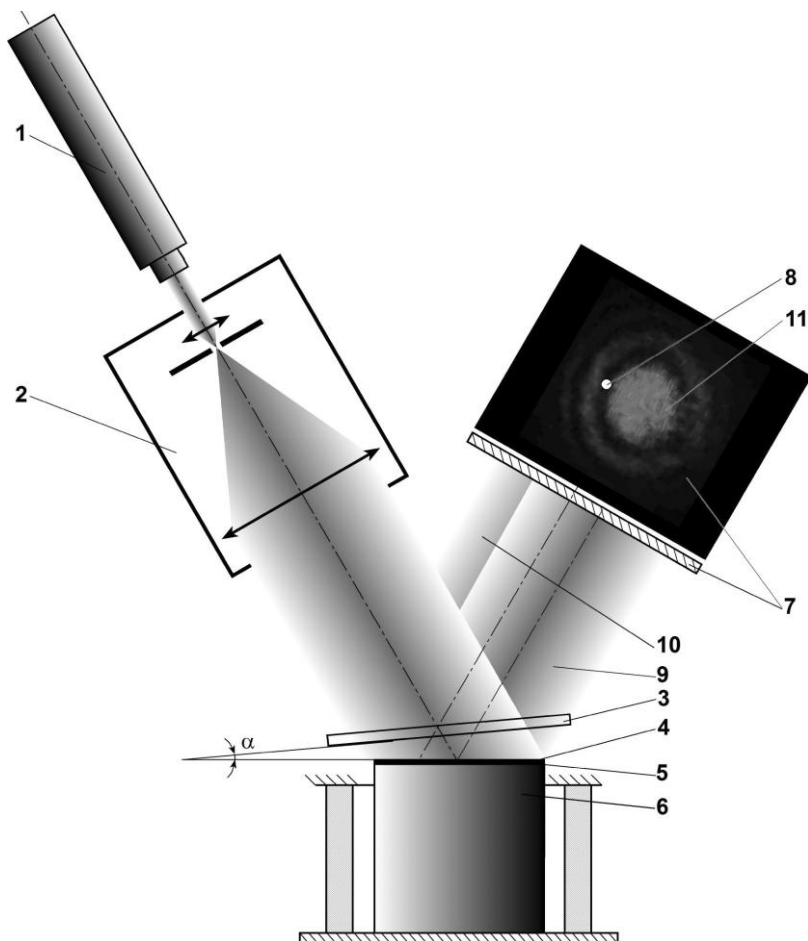


Рис. 5.

В процессе нагружения при деформации образца 11 осуществляется регистрация акустико-эмиссионных сигналов при помощи пьезоэлемента 18, характеризующих процессы дефектообразования в образце 11, осевой силы при помощи тензометрического измерителя и осевого перемещения нижнего фланца 22, при помощи бесконтактного интерференционного измерителя перемещений, который применяется для контроля деформации чувствительного элемента 19 и цилиндрического упругого элемента 20 в процессе испытаний образца 11 и для калибровки тензометрического измерителя при подготовке установки к работе.

Сигнал тензометрического измерителя силы подается на вход канала «I», сигнал фотоприемного устройства 32 – на вход канала «II» устройства регулировки и усиления, затем на входы соответствующих каналов цифрового осциллографа, а сигнал пьезоэлемента 18 – на вход канала «III» цифрового осциллографа.



Рис. 6.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Внешним осмотром проверить исправность оборудования.
2. Подготовить оборудование к работе, для чего включить тумблер питания «СЕТЬ» экспериментальной установки, цифрового осциллографа, устройства регулировки и усиления (УРУ), регуляторами «Уровень» каналов «I» и «II» УРУ вывести показания миллиамперметра на отметку «0».
3. Сигналы с выходов каналов «I» и «II» УРУ подать на входы «I» и «II» соответственно цифрового осциллографа, на вход «III» подать сигнал с пьезоэлемента 18 (режим запуска развертки осциллографа – автоматический).
4. Разместить на опорах 7 и 8 подвижного основания 6 исследуемый образец, переключатель «НАГРУЗКА» установки перевести в положение «+», осуществлять нагружение до автоматической остановки.
5. Зарегистрировать полученные сигналы в памяти осциллографа, распечатать или изобразить осциллограммы сигналов в бланке отчета на рис. 1.
6. Операции по пунктам 2 – 5 повторить трижды для каждого из исследуемых образцов, результаты проанализировать и заполнить табл. 1 с учетом калибровочных значений величины нагружающего усилия, полученных при исследовании эксплуатационных характеристик тензометрического измерителя силы.
7. Построить графики зависимости интенсивности импульсов АЭ (зарегистрированных пьезоэлементом 18) от величины нагружающего усилия для каждого из исследуемых образцов фрагментов ЛА и проанализировать их.
8. Выключить оборудование.
9. Оформить бланк отчета, сформулировать 2 – 3 вывода по работе.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Образец регистрации и обработки опытных осциллограмм представлен на рис. 7, на котором представлены кривая 1 – зависимость $P(t)$ изменения нагрузки (силы), приложенной к объекту контроля, полученная тензометрическим измерителем силы в результате деформации его чувствительного элемента 19; кривая 2 – зависимость $H(t)$ интенсивности интерференционного поля зарегистрированной фотоприемником, характеризующая линейное перемещение поверхности отражателя 27, зарегистриро-

ванная с использованием измерителя малых перемещений; λ - длина волны излучения (для гелий-неонового лазера типа ЛНГ-207Б, $\lambda = 0,63$ мкм) [3].

Результаты измерений анализируются, как это показано на рис. 7, определяется среднее арифметическое трех измерений и заносится в таблицу, образец которой представлен в табл. 1.

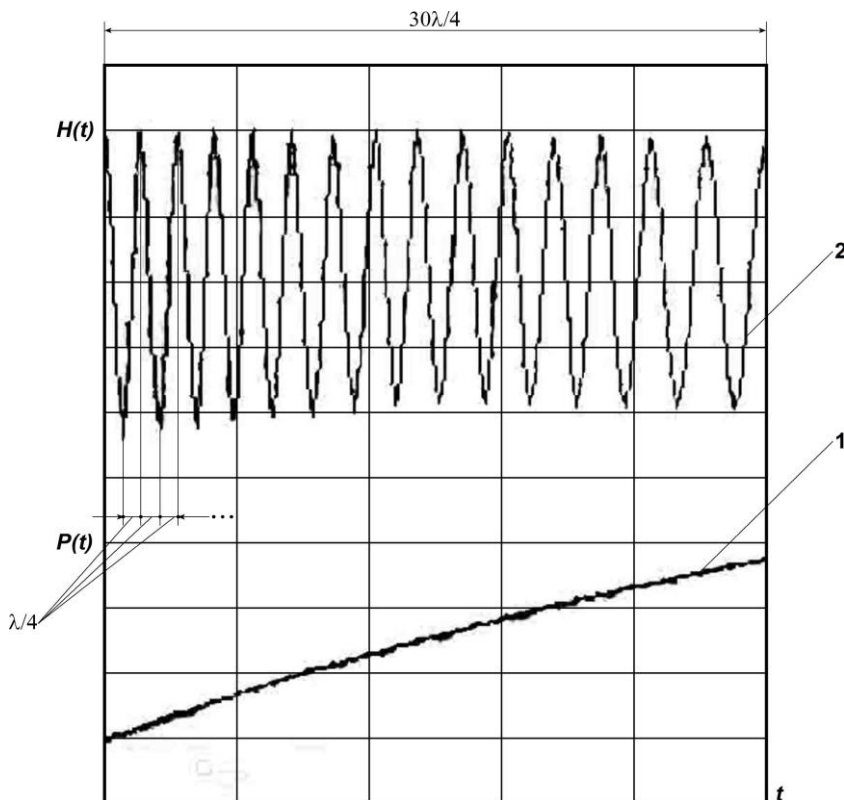


Рис. 7. Пример обработки осциллограмм.

Таблица 1

Образец №	Параметры нагружения	Калибровочные значения нагружающего усилия, Н для деформации упругого элемента, $\lambda/4$					
		$\lambda/4$	$\lambda/2$	$3\lambda/4$	λ	$5\lambda/4$...
1	Интенсивность АЭ, мВ						...
2							...
3							...

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные методы определения механических и прочностных характеристик материалов.
2. Какой способ нагружения образца реализован в экспериментальной установке.
3. Какие методы измерения и контроля реализованы в экспериментальной установке, их назначение.
4. Какие параметры характеризуют механические и прочностные характеристики материалов.
5. Проведите сравнительный анализ результатов для исследуемых образцов и оформите выводы к работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паринов, И.А. Микроструктура и свойства высокотемпературных сверхпроводников.- Ростов н/Д: РГУ, 2004.- Т. 1.- 416 с.
2. Мирошниченко, И.П. Экспериментальная установка для исследования процессов дефектообразования в ленточных высокотемпературных сверхпроводниках / И.П. Мирошниченко, И.А. Паринов, Е.В. Рожков, А.Г. Серкин // Металлург.- 2006.- № 7.- С. 77-78.
3. Мирошниченко, И.П. Усовершенствованная экспериментальная установка для исследования процессов дефектообразования в образцах конструкционных материалов / И.П. Мирошниченко, А.Г. Серкин // Металлург.- 2010.- № 3.- С. 68-69.