Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н. Саленко С. Д.
“___”_____ _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Неразрушающий контроль и диагностика

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

Курс: 5, семестр : 9

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**9**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	80
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	32
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	6
10	Самостоятельная работа, час.	64
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2017

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

ФГОС введен в действие приказом №1161 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 28.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ГДУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Поляков Ю. О.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Гуськов А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гуськов А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

***Компетенция ФГОС*: ПК.17 владение методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции; *в части следующих результатов обучения*:**
з1. возможности современных технических средств неразрушающего контроля и диагностики
з2. негативные последствия наличия нарушений сплошности в материалах и отклонений в механических свойствах на служебные свойства изделий
з3. владеет методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции
у1. выбирать и применять необходимые средства неразрушающего контроля и диагностики для типовых производственных задач
у2. разрабатывать методики проведения диагностики и испытаний с целью выявления отклонений технологических процессов и оценки качества технологических машин, оборудования
***Компетенция ФГОС*: ПК.32 способность обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов; *в части следующих результатов обучения*:**
у3. умеет обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Неразрушающий контроль и диагностика	
ПК.17.з1 возможности современных технических средств неразрушающего контроля и диагностики	
1.возможности современных технических средств неразрушающего контроля и диагностики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.17.з2 негативные последствия наличия нарушений сплошности в материалах и отклонений в механических свойствах на служебные свойства изделий	
2.негативные последствия наличия нарушений сплошности в материалах и отклонений в механических свойствах на служебные свойства изделий	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.17.з3 владеет методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции	
3.владеет методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.17.у1 выбирать и применять необходимые средства неразрушающего контроля и диагностики для типовых производственных задач	
4.выбирать и применять необходимые средства неразрушающего контроля и диагностики для типовых производственных задач	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.17.у2 разрабатывать методики проведения диагностики и испытаний с целью выявления отклонений технологических процессов и оценки качества технологических машин, оборудования	
5.разрабатывать методики проведения диагностики и испытаний с целью выявления отклонений технологических процессов и оценки качества технологических машин, оборудования	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.32.у3 умеет обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов	
6.умеет обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов	Лекции; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: акустические методы контроля				
11. метод акустической эмиссии	2	4	3	лекции
Дидактическая единица: качество изделий и материалов				
1. Основные структурные схемы приборов и оборудования для диагностики и неразрушающего контроля.. Технические характеристики приборов и их лассификация.	2	2	1	лекции
2. Классификация негативных техногенных факторов. Травмирующие вредные факторы и вызывающие их причины. Анализ задач диагностики . Объект диагностики как техническая система, система испытаний. Основные понятия .	2	2	1, 6	лекции
3. Неразрушающие методы и средства контроля качества материалов и изделий. Классификация и технические характеристики методов.	0	2	1	лекции
4. Радиационные методы неразрушающего контроля. Радиографический и радиометрический методы.	2	4	4	лекции
5. Акустические методы контроля. Ультразвуковые методы. Резонансный метод. Импедансный метод. Теневой метод контроля.	0	4	5	лекции
6. Тепловые методы контроля.	2	2	6	лекции
7. Токовихревой метод контроля.	0	2	2	лекции
8. Капиллярные методы контроля.	2	2	5	лекции
9. Магнитные методы контроля.	2	4	4	лекции
10. Контроль герметичности (методы контроля течеисканием).	2	4	4	лекции
12. методы контроля химического состава материалов веществ.	2	4	3	лекция

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: методы контроля герметичности				
1. контроль качества покрытий	2	4	1, 6	лабораторная работа
2. тепловые методы контроля	2	4	5	лабораторная работа
Дидактическая единица: акустические методы контроля				
5. Ультразвуковые методы контроля.	2	6	2, 4	лабораторная работа
Дидактическая единица: качество изделий и материалов				
3. Капиллярный метод контроля.	2	4	3, 5	лабораторная работа

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: магнитные методы контроля				
7. токовихреврй метод контроля	0	4	1	практическая работа
8. статистическая оценка корреляционных связей	2	4	1	дискуссия
Дидактическая единица: радиационные методы контроля				
6. определение уровня радиационной опасности	2	4	2	обсуждение
Дидактическая единица: качество изделий и материалов				
4. Магнитный метод неразрушающего контроля.	2	6	3, 4	дискуссия

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	3	20	3
: Неразрушающий контроль и диагностика : методические указания к лабораторным работам для ФЛА по направлениям "Боеприпасы и взрыватели" и " Техносферная безопасность" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. О. Поляков]. - Новосибирск, 2015. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221493 Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1	20	0

: Неразрушающий контроль и диагностика : методические указания к лабораторным работам для ФЛА по направлениям "Боеприпасы и взрыватели" и " Техносферная безопасность" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. О. Поляков]. - Новосибирск, 2015. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221493 Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	5	24	3
: Неразрушающий контроль и диагностика : методические указания к лабораторным работам для ФЛА по направлениям "Боеприпасы и взрыватели" и " Техносферная безопасность" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. О. Поляков]. - Новосибирск, 2015. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221493 Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт
Консультирование	Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 9		
Лабораторная:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Неразрушающий контроль и диагностика : методические указания к лабораторным работам для ФЛА по направлениям "Боеприпасы и взрыватели" и " Техносферная безопасность" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. О. Поляков]. - Новосибирск, 2015. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221493"		
РГЗ:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.17	з1. возможности современных технических средств неразрушающего контроля и диагностики	+	+	+
	з2. негативные последствия наличия нарушений сплошности в материалах и отклонений в механических свойствах на служебные свойства изделий	+	+	
	з3. владеет методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции	+		+
	у1. выбирать и применять необходимые средства неразрушающего контроля и диагностики для типовых производственных задач	+	+	
	у2. разрабатывать методики проведения диагностики и испытаний с целью выявления отклонений технологических процессов и оценки качества технологических машин, оборудования	+	+	+
ПК.32	у3. умеет обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированных методов обработки результатов	+		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / [Клюев В. В. и др.] ; под ред. В. В. Клюева. - М., 2005. - 656 с. : ил.

2. Алешин Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : [учебное пособие для вузов] / Н. П. Алешин. - М., 2006. - 366, [1] с. : ил.

3. Поляков Ю. О. Неразрушающие методы контроля качества боеприпасов. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос.техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 79 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000113678

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : http://elibrary.nstu.ru/

2. ЭБС «Издательство Лань» : https://e.lanbook.com/

3. ЭБС IPRbooks : http://www.iprbookshop.ru/

4. ЭБС "Znanium.com" : http://znanium.com/

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Неразрушающий контроль и диагностика : методические указания к лабораторным работам для ФЛА по направлениям "Боеприпасы и взрыватели" и " Техносферная безопасность" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. О. Поляков]. - Новосибирск, 2015. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221493

2. Поляков Ю. О. Неразрушающий контроль и диагностика. Методические указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. О. Поляков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1080_1325758122.docx. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows
2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	применение в лекциях

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Твердомер ТЭМП-2	неразрушающий контроль
2	Тепловизор Testo 870-2	неразрушающий контроль
3	Толщиномер покрытий Infiniter INCO	неразрушающий контроль

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“___”_____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Неразрушающий контроль и диагностика
Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

Новосибирск 2017

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Неразрушающий контроль и диагностика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	**Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)**	**Темы**	**Этапы оценки компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК.17/ПТ владение методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции	з1. возможности современных технических средств неразрушающего контроля и диагностики	Основные структурные схемы приборов и оборудования для диагностики и неразрушающего контроля.. Технические характеристики приборов и их лассификация.	РГЗ, разделы 1-4	
ПК.17/ПТ	з2. негативные последствия наличия нарушений сплошности в материалах и отклонений в механических свойствах на служебные свойства изделий	Ультразвуковые методы контроля.	РГЗ, разделы 5-7	
ПК.17/ПТ	з3. владеет методами оценки и способами повышения качества выпускаемой продукции	метод акустической эмиссии	РГЗ, разделы 6, 8	Экзамен, вопросы 1-10
ПК.17/ПТ	у1. выбирать и применять необходимые средства неразрушающего контроля и диагностики для типовых производственных задач	Магнитные методы контроля. Ультразвуковые методы контроля.	РГЗ, разделы 3, 5	
ПК.17/ПТ	у2. разрабатывать методики проведения диагностики и испытаний с целью выявления отклонений технологических процессов и оценки качества технологических машин, оборудования	Акустические методы контроля. Ультразвуковые методы. Резонансный метод. Импедансный метод. Теневой метод контроля. Капиллярный метод контроля.	Отчет по лабораторной работе, разделы 2, 4, 6	Экзамен, вопросы 11-20

ПК.32/ИС способность обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированны х методов обработки результатов	у3. умеет обрабатывать результаты экспериментов и испытаний, в том числе с использованием автоматизированны х методов обработки результатов	Классификация негативных техногенных факторов. Травмирующие вредные факторы и вызывающие их причины. Анализ задач диагностики . Объект диагностики как техническая система, система испытаний. Основные понятия . контроль качества покрытий	Отчет по лабораторной работе, разделы...	Экзамен, вопросы 21-30

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.17/ПТ, ПК.32/ИС.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 9 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.17/ПТ, ПК.32/ИС, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра газодинамических импульсных устройств

Паспорт экзамена

по дисциплине «Неразрушающий контроль и диагностика», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15, второй вопрос из диапазона вопросов 16-30 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Неразрушающий контроль и диагностика»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой ____ _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-19 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-26 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 27-33 *баллов.*

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор решения задачи, оценка составляет 34-40 *баллов.*

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно - рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. **Вопросы к** экзамену **по дисциплине «**Неразрушающий контроль и диагностика**»**

1. Классификация дефектов сварочного производства.
2. Классификация методов неразрушающего контроля.
3. Классификация капиллярных методов НК.
4. Физические основы капиллярных методов.
5. Тепловые методы контроля.
6. Токовихревой метод контроля.
7. Эхо - импульсный метод.
8. Теневой метод.
9. Резонансный метод.
10. Метод акустической эмиссии.
11. Неразрушающий контроль с использованием проникающих излучений.
12. Промышленные источники излучения, применяемые в
13. дефектоскопии.
14. Средства регистрации проникающих излучений.
15. Радиографический метод контроля.
16. Радиометрический метод контроля.
17. Магнитные методы контроля нарушений сплошности материалов.
18. Методы и средства намагничивания.
19. Средства регистрации дефектов.
20. Контроль герметичности оборудования (методы течеискания).
21. Контроль качества защитных покрытий (толщины и адгезии).
22. Преобразователи генераторного и параметрического типов.
23. Схемы включения преобразователей в измерительные цепи.
24. Шумовые свойства преобразователей.
25. Согласованное включение измерительных преобразователей.
26. Математическая обработка результатов контроля.
27. Метод акустической эмиссии при контроле прочностных свойств.
28. Ультразвуковой метод контроля прочностных свойств.
29. Магнитные методы неразрушающего контроля механических свойств.
30. Измерение механических свойств металлов.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра газодинамических импульсных устройств

Паспорт
расчетно-графического задания

по дисциплине «Неразрушающий контроль и диагностика», 9 семестр

1. Методика оценки

Задание на РГЗ включает разработку неразрушающего контроля и диагностики для контролируемого объекта (КО), представляющего собой: заготовки, детали, узлы и т. д., назначенного студенту из списка п. 3.

Структура РГЗ:

1. Анализ формы, материала и технологии изготовления КО.
2. Определение и классификация типов сопутствующих дефектов.
3. Оценка влияния дефектов на служебные свойства КО.
4. Выбор оптимального метода неразрушающего контроля.
5. Выбор прибора или аппаратного комплекса для контроля КО.
6. Разработка методики контроля.
7. Оценка производительности контроля.
8. Экономический раздел.
9. Выводы.

Оцениваемые позиции:

В процессе выполнения РГЗ студенту полагается провести обзор источников информации по своему варианту задания, в том числе ознакомиться со специализированными журналами и справочными изданиями. Рекомендуемый объем РГЗ составляет 20-25 стр. компьютерного набора на бумаге формата А4.

На титульном листе должны быть указаны:

- дисциплина;
- наименование темы РГЗ и номер варианта;
- реквизиты студента (ФИО, группа). Вторым листом прилагается содержание, где не более чем на двух уровнях (глава, параграф) перечисляются разделы с указанием страниц.

Брошюровка работы:

- книжная;

поля: сверху 2 см, слева 2,4 см, внизу 1,6 см, справа 1,6 см.

Шрифт набора текста12-14 пунктов. Межстрочный интервал – одинарный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки могут быть сделаны вручную или отсканированы. Подрисуночная надпись должна располагаться под тисунком по центру. Нумерация рисунков сквозная. Обязателен список использованных источников (3-5 наименований), оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ Р7.0.5-2008:

- фамилия автора и его инициалы;
- заглавие;
- выходные данные: место издания, издательство, год издания;
- количество страниц.

Оцениваются все структурные части РГЗ. Общая оценка качества выполнения РГЗ формируется в соответствии с нижеприведенными критериями.

Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной,** если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0-19 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 20-25 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 26-33 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 34-40 баллов.

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

3. **Примерный перечень тем РГЗ**

Перечень контролируемых объектов.

1. Литые заготовки цилиндрической формы из сталей диаметром 20-50мм и длиной 2-5м.
2. Стальные трубы диаметром 100-200мм с толщиной стенки 3-8мм.
3. Дюралюминиевые листы толщиной 10-50мм.
4. Титановые трубы диаметром 50-100мм с толщиной стенки 3-8мм.
5. Стальные листы толщиной 2-5мм.
6. Стыковой шов на листах из алюминиевых сплавов.
7. Листовой материал из нержавеющей стали толщиной 2мм.
8. Сварной шов свариваемых встык стальных труб диаметром 200-500мм с толщиной стенки 10-30мм с валиком усиления.
9. Сварной шов таврового соединения стальных пластин.
10. Литые изделия стаканообразной формы из стали диаметром 100-150мм и толщиной стенки 20-30мм.
11. Литые корпуса снарядов из стали диаметром 100-150мм и толщиной стенки 20-30мм с диаметром отверстия 30мм.
12. Лакокрасочные защитные покрытия на стальных трубах.
13. Клееные листы стеклопластика толщиной 2-3мм (2листа).
14. Сотовые конструкции из стеклопластика.
15. Изделия из композиционных материалов.
16. Сварное соединение листового материала из стали внахлёстку.
17. Стальные трубы с толщиной стенки 3-6мм, изготовленные раскаткой.
18. Цинковое гальваническое покрытие на стальных трубах.
19. Механические свойства термообрабатываемых стальных изделий.
20. Железнодорожные рельсы в процессе эксплуатации.
21. Лопатки турбин авиадвигателей (нерж.сталь).
22. Герметичные оболочки химического машиностроения.
23. Сосуды высокого давления.
24. Сварные швы алюминиевых сплавов. Пластины толщиной 15-30мм встык.
25. Механические свойства материала изделий из высокоуглеродистых сталей.
26. Трещины в колёсах вагонов ж/д транспорта.

Приведены фрагменты оформления РГЗ.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ГДУ

Расчетно-графическое задание

по дисциплине «Неразрушающий контроль и диагностика»

Тема: «Неразрушающий контроль литых корпусов боеприпасов»

Выполнил:
Факультет: ФЛА
Группа: МА-01
Студент: Черняев Е. А.

Преподаватель:
Поляков Ю. О.

Новосибирск 2017

Содержание

1. Геометрическая форма контролируемого объекта……..2
2. Материал и технология изготовления ……...3
3. Классификация литейных дефектов ……..4
4. Анализ мест локализации дефектов ……..5
5. Выбор метода неразрушающего контроля ……...6
   5.1 Магнитопорошковый метод ……7
   5.2 Феррозондовый метод ……10
   5.3 Ультразвуковой метод ……..... 13
   5.4 Радиографический метод ……...18
   5.5 Радиометрический метод ……22
6. Разработка методики контроля ……24
7. Экономический раздел ……26
8. Список использованной литературы ……27

Задание: разработать систему неразрушающего контроля литых корпусов снарядов из стали диаметром 100–150 мм с толщиной стенки 20–30 мм и диаметром отверстия 30 мм.

Решение:
1. Проанализируем форму, материал и технологию изготовления контролируемого объекта с учетом исходных заготовок.
Корпуса снарядов – полые осесимметричные тела, что позволяет упростить и автоматизировать процесс контроля путем вращения корпуса. Материал корпусов снарядов – углеродистая сталь С60, отличается от стали 60 тем, что имеет расширенные допуски по содержанию фосфора и серы. Для литья углеродистые стали подходят плохо, имеют низкую жикотекучесть, дают большое количество дефектов и большую усадку (до 3% массы).
Технология изготовления – литье, характеризующееся определенным набором дефектов, связанных с усадкой металла при кристаллизации, неравномерностью кристаллизации и остывания.
2. На основе анализа пункта 1 определим характерные виды и размеры образующихся дефектов и их влияние на служебные свойства контролируемого объекта. На основе анализа технологических процессов изготовления контролируемого объекта определим наиболее вероятные места локализации дефектов.
ГОСТ 19200–80 определяет несколько классов дефектов отливок:
дефекты несоответствия геометрии, дефекты поверхности, несплошности в теле отливки, включения и несоответствия по структуре.
Дефекты поверхности, несоответствия геометрии и крупные открытые дефекты легко обнаруживаются внешним осмотром отливки; несоответствия по структуре в теле отливки не могут быть обнаружены неразрушающими методами контроля. Из несплошностей и включений в теле отливки к сталям относятся: горячие и холодные трещины, закрытые газовые и усадочные раковины, усадочные и газовые поры, неметаллические включения, ликвация, флокены. Сталь С60 имеет малую флокеночувствительность, поэтому этот дефект контролироваться не будет.
Рассмотрим наиболее возможные дефекты литья подробнее:

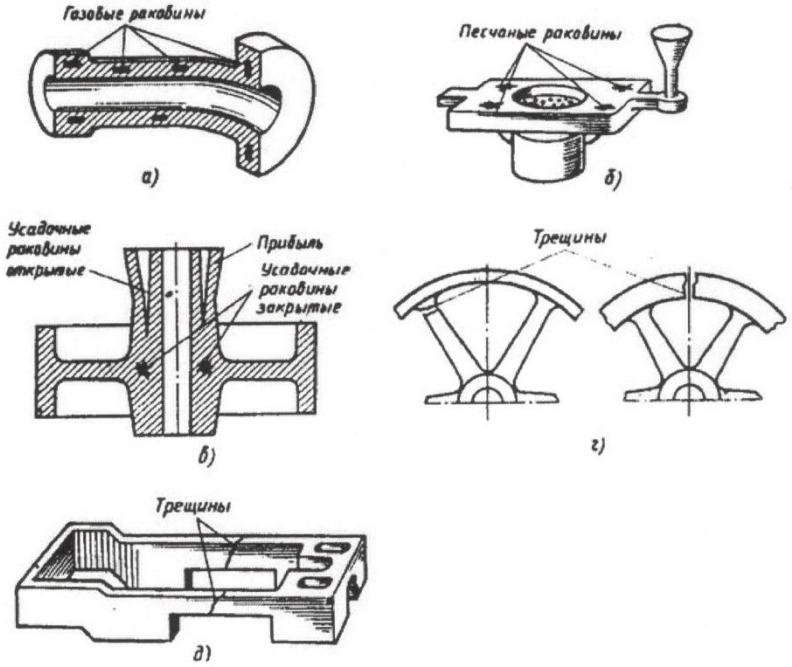

Рис. 1. Дефекты отливок

Газовые раковины и поры (рис. 1, а) — пузыри воздуха или газов, которые остались в теле отливки после ее кристаллизации в литейной форме.

Неметаллические включения (рис. 1, б) — чаще всего открытые, различной формы пустоты в теле отливки, частично или целиком заполненные формовочной смесью, материалом стержней или другими материалами.
Усадочные раковины (рис. 1, в) — открытые или закрытые полости в теле отливки, имеющие неровную внутреннюю поверхность. Они обычно образуются во время кристаллизации отливки в утолщенных ее местах. Образуются из–за наличия разницы между усадкой жидкого металла и усадкой кристаллизованного металла. Размер зависит от скорости охлаждения: чем быстрее, тем меньше усадочная раковина (раковины) и больше усадочных пор.
Усадочные поры (на рис. 1 не показаны) – закрытые полости в теле отливки, имеют на один–два порядка меньший размер, чем усадочные раковины. Образуются в отливках из сплавов с достаточной разницей между температурами начала и конца кристаллизации ($\Delta T \approx 100\ ^{o}C$ для стали С60).
Холодные трещины (рис. 1, г) — разрывы тела отливки, характеризующиеся небольшой шириной и значительной длиной, образующиеся в местах сочленения стенок с резким перепадом их толщин. Холодные трещины образуются в процессе формирования отливок в форме вследствие внутренних напряжений в металле; имеют неокисленную поверхность. Основной причиной образования холодных трещин является неодинаковая скорость охлаждения толстых и тонких мест отливок, приводящая к резким перепадам температур и образованию внутренних напряжений в отливке.
Горячие трещины (рис. 1, д) — разрывы тела отливки со значительной шириной и небольшой протяженностью. Они образуются в процессе кристаллизации отливки в форме при высоких температурах, а потому имеют темную окисленную поверхность. Горячие и холодные трещины отличаются лишь временем появления.

Расположение дефектов при литье связано с ориентацией литейной формы в пространстве. Для лучшего заполнения формы металлом, а также имея в виду необходимость закрепления стержня, расположим литейную форму так, чтобы снаряд оказывался "дном вверх".
При расположении литейной формы таким образом, что готовый снаряд оказывается "дном вверх", дефекты могут быть распределены так, как показано на рис. 2.

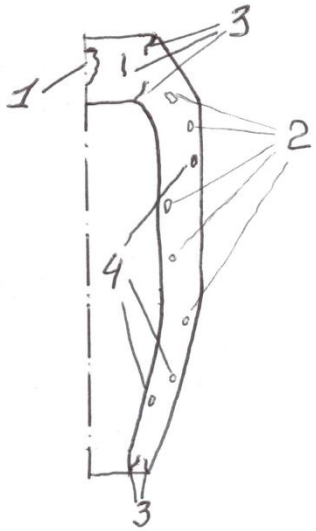

Рис. 2. Распределение дефектов в заготовке корпуса снаряда (1 – усадочные раковины, 2 – газовые и усадочные поры, 3 – трещины, 4 – неметаллические включения)

Характерные размеры и расположение этих дефектов в отливке корпуса снаряда таковы:
–горячие трещины – ширина от 0,5 мм.
–холодные трещины – ширина от 100 мкм.

Оба типа трещин образуются в зоне растягивающих напряжений и располагаются преимущественно в острых углах и других местах концентрации напряжений.
–газовые раковины – характерный размер от 1 мм, могут быть разбросаны по всему объему заготовки.
–усадочные раковины – характерный размер от 1 мм, расположение – преимущественно в дне снаряда, вблизи его оси симметрии.
–газовые и усадочные поры – характерный размер от 100 мкм до единиц миллиметров, разбросаны по всему объему заготовки.
Усадочные поры концентрируются в местах отливки, к которым затруднено протекание жидкого металла. Для отливки типа корпуса снаряда и принятого расположения формы, вероятна повышенная концентрация усадочной пористости в оживальной части снаряда

3. Проанализируем пространственную ориентацию дефектов, их метрические характеристики и определим требуемый минимальный выявляемый дефект, если это возможно.
Минимальные размеры выявляемых дефектов, которые будут служить основанием для отбраковки, примем таковыми:
– характерный размер усадочной/газовой раковины/поры – 0,3 мм.
– ширина холодной/горячей трещины – 0,3 мм
– характерный размер неметаллического включения – 0,3 мм.

4. На основе физических свойств материала контролируемого объекта выберем методоы контроля, чувствительные к данному типу дефектов.
После отбора осталось два типа дефектов: трещины, выходящие на поверхность и несплошности, включения и трещины в толще металла.
Предположим, что нам нужно обнаруживать оба типа дефектов одним методом.
Согласно табл.3 в [2], для контроля данных дефектов лучше всего подходят следующие группы методов: ультразвуковые и радиационные.
У вихретоковых и магнитных методов малая предельная глубина обнаружения [3] (стенка снаряда толщиной 20–30 мм, дно еще толще); радиоволновые методы не предназанчены для металлов [3]; для электрических и тепловых методов у отливки слишком шероховатая поверхность [3]; капиллярные только для открытых трещин.

5. Проведем сопоставительный анализ выбранных методов контроля с учетом внедрения на производство, основываясь на следующих характеристиках методов: обеспечение 100% контроля, безопасность процесса контроля, производительность контроля, автоматизация контроля, наличие документального сопровождения.
При изготовлении снарядов чаще всего применяют технологии массового производства, притом снаряды являются высоконагруженными ответственными изделями с малым коэффициентом запаса, поэтому критерии производительности, 100% контроля и автоматизации стоят на первом месте. По производительности радиационные методы существенно превосходят акустические: для радиационных методов не нужен физический контакт (тем более акустический) с контролируемым объектом, возможность регистрации излучения электронным датчиком и передачей результатов компьютеру позволяет решить проблему документирования, увеличить производительность и дает возможность автоматизировать процесс.
Акустические методы также поддаются автоматизации и сопряжению с компьютером, однако их производительность скорость перемещения ограничена размерами датчика и необходимостью поддержания акустического контакта с контролируемым объектом.
Теперь произведем выбор конкретного метода среди радиационных.

Должен осуществляться контроль дефектов в стенках и дне снаряда, поэтому логично поместить внутрь снаряда источник излучения, а детектор поместить снаружи и вращать снаряд, перемещая детектор.
Так как диаметр очка отливки составляет около 30 мм, то источник излучения должен быть малогабаритным. Лучше всего к данным условиям подходит радиометрический метод. Источником гамма–излучения будут радионуклиды, поскольку только их можно поместить в камору снаряда – прочие источники гамма–излучения (бетатроны, рентгеновские трубки) имеют диаметр, значительно превышающий диамтер очка корпуса (около 30 мм). В качестве радионуклида выбираем Co^{60} в связи с его распространенностью и невысокой ценой.
В качестве установки для гамма–радиометрического контроля выбираем РД–30 РМ производства ОАО "НИИТФА" [4].
Ее характеристики таковы:
–диапазон толщин контролируемого объекта 20–100 мм по стали;
–допускает использование Co^{60} как источника гамма–излучения при его активности в пределах 15–50 Ки;
–потребляемая мощность не более 50 Вт
–относительная чувствительность не менее 1% от средней толщины при отношении сигнал/шум=3.

Физика метода [5]:
Гамма–излучение от источника, проходя через контролируемый объект, попадает на сцинтиляционный кристалл (рис. 3, 4), в некоторой степени при этом поглощаясь атомами контролируемого объекта и рассеиваясь на них. Сцинтилляционный кристалл – кристалл из материала, способного излучать видимый свет при поглощении ионизирующего излучения. Излучаемое количество фотонов приближенно пропорционально поглощенной энергии, что позволяет судить о степени ослабления гамма–излучения после прохождения через контролируемый объект. В данной установке используется кристалл из CsI (Tl).

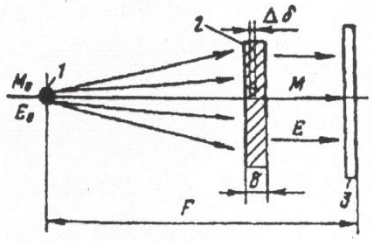

Рис. 3. Схема радиометрического контроля (1 – источник излучения, 2– контролируемый объект, 3 – детектор)

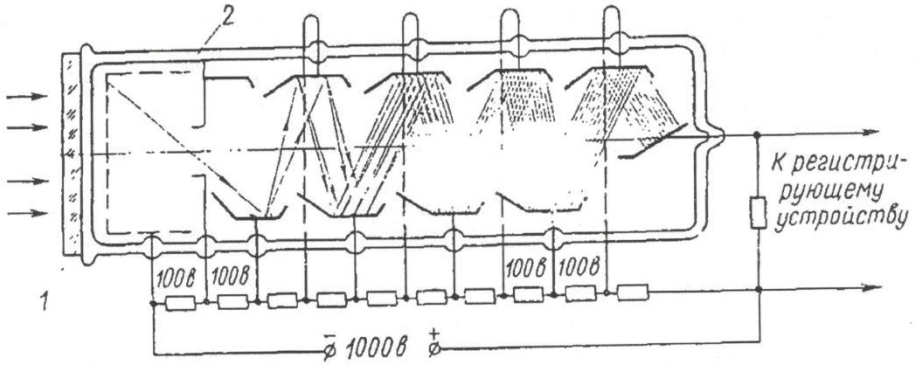

Рис. 4. Схема сцинтилляционного счетчика (1 – кристалл–сцинтиллятор, 2 – фотоэлектронный умножитель)

Излучаемые сцинтилляционным кристаллом фотоны попадают в фотоумножитель (рис.4), где они выбивают из пластин фотоэлектроны, которые, в свою очередь, выбивают