

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ-
РАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)
Кафедра «Технология машиностроения»

Методические указания
по изучению дисциплины
«Технология контроля и испытаний машин»
для студентов бакалаврской подготовки
заочной формы обучения направления 15.03.05.
Профиль "Технология машиностроения".

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2023 г.

УДК 621.01

Составители:

доц., к.т.н. Прокопец Г.А.
доц., к.т.н. Анкудимов Ю.П.
преп. Шенштейн В.Ю.

Рабочая программа и методические указания по изучению дисциплины "Технология контроля и испытаний машин" для студентов заочной формы обучения бакалаврской подготовки направления 15.03.05 по профилю "Технология машиностроения" . – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2023. – 11 с.

В методических указаниях излагается содержание теоретического модуля дисциплины и содержание контрольной работ по дисциплине «Технология контроля и испытаний машин». В приложении даются основные таблицы и текстовые пояснения, необходимые для выполнения контрольной работы. Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения бакалаврской подготовки по профилю "Технология машиностроения" направления "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".

УДК 621.01

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор д.т.н. проф. М.А.Тамаркин

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технология машиностроения»
д.т.н. проф. М.А.Тамаркин

В печать ____ . ____ . 2023 г.
Формат 60х84/14. Объем ____ усл. п.л.
Тираж ____ экз. Заказ № ____.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2018

Содержание

1. Цель и задачи изучения дисциплины «Технология контроля и испытаний машин»	4.
2. Содержание теоретического модуля дисциплины.	4
3. Контрольная работа	
3.1 Содержание контрольной работы	
3.2 Теоретические вопросы к контрольной работе	
3.3 Содержание практической части контрольной работы	
3.4 Исходные данные для выполнения практической части контрольной работы	
Основная литература	

1. Цель и задачи изучения дисциплины «Технология контроля и испытаний машин»

Контрольные операции занимают значительное место в технологических процессах изготовления машин и деталей, а также играют большую роль при проведении экспериментальных исследований. Неверно выбранные методы контроля могут свести на нет всю работу конструктора, технолога, исследователя, вызвать большие материальные потери, привести к появлению брака или к отбраковке годных изделий. Для грамотного выбора метода контроля в конкретных условиях необходимо иметь понятие о существующих методах контроля, их физической сущности, технологических возможностях, области применения. Выбор метода контроля в значительной степени определяет структуру технологического процесса сборки машины и изготовления деталей. Выбор оснастки, используемой при контроле точных показателей качества, требует обоснования и соответствующих точностных расчетов.

Цель изучения данной дисциплины – получение студентом знаний, необходимых для правильной оценки характера определяемой величины и корректного выбора прогрессивного метода ее контроля, обеспечивающего требуемую точность и максимальную производительность процесса контроля, а так же получения навыков проектирования технологических операций контроля.

Основные задачи, решаемые при изучении дисциплины:

- знакомство с методами контроля и испытаний машин;
- получение навыков по выбору методов и средств контроля для конкретного показателя качества;
- определение места контрольных операций в технологических процессах сборки изделий или изготовления деталей;
- знакомство со структурой операций технического контроля и принципами их построения.

После изучения дисциплины студент должен уметь:

- грамотно выбрать место операции технического контроля в технологическом процессе сборки изделия или механообработки деталей;
- выбрать метод и средство контроля показателя качества, а также обосновать свой выбор;
- спроектировать и оформить на технологических картах операцию технического контроля, определить необходимый объем контроля.

2. Содержание теоретического модуля дисциплины

1. Основные понятия и положения.

Понятие качества изделий. Качество машины и её составных частей. Показатели качества: виды, назначение. Единичный, комплексный, интегральный показатели качества. Базовый показатель. Показатели надежности. Понятие контроля и его назначение. Место контроля, испытаний и регулировки в технологическом процессе изготовления машины и её частей.

2. Дефекты деталей и узлов машин.

Виды дефектов: явные и скрытые; критические, значительные и малозначительные; конструктивные, производственные и эксплуатационные. Суммирование дефектов. Устранимые и неустраняемые дефекты. Исправимый и неисправимый брак. Основные виды конструктивных дефектов. Основные причины возникновения. Типичные производственные дефекты на основных переделах машиностроительного производства: дефекты литья, обработки давлением, термические дефекты, дефекты неразъемных соединений, дефекты покрытий

и др. Дефекты сборочного производства. Основные дефекты, возникающие при эксплуатации деталей (изнашивание, коррозия, дефекты, вызванные усталостью и т.д.)

3. Методы и средства измерения.

Основные понятия: измерение, диапазон измерений, погрешность измерения и т.д. Прямые и косвенные измерения. Контактные и бесконтактные измерения и т.д. Испытания. Нормальные условия выполнения измерений (ГОСТ 8050-73). Понятие о поверке измерительных средств. Метрологические характеристики средств измерения.

4. Основные методы и средства контроля.

Контроль точности размера, формы отдельной поверхности, точности взаимного расположения поверхности. Контроль волнистости. Контроль шероховатости. Методы и средства контроля. Капиллярный контроль, магнитный, вихретоковый контроль. Акустический, радиационный контроль и др. Контроль микротвердости. Краткая характеристика методов определения остаточных напряжений. Рентгеновский контроль. Механический контроль и др. Контроль качества сборки подшипников качения, подшипников скольжения, зубчатых, ременных, цепных передач и др. соединений. Контролируемые параметры, методы контроля, средства контроля Приемочные, специальные и контрольные испытания; регулировка и т.д. Контроль правильности взаимодействия узлов машины. Испытания на холостом ходу и под нагрузкой.

5. Выбор и проектирование методов и средств контроля.

Правила, методы и средства контроля. Последовательность и обоснование выбора метода и средства контроля. Методика проектирования приспособлений для контроля. Выбор измерительных баз. Принцип совмещения баз. Разработка теоретической схемы базирования детали в контрольном приспособлении. Размерный анализ и точностные расчеты при выборе и проектировании средств контроля. Обоснование возможности применения средства контроля для контроля конкретного параметра.

6. Операция технического контроля.

Структура и элементы технологической операции контроля. Влияние метода и технологии контроля на общую структуру технологического процесса изготовления детали и сборки машины и их себестоимость. Оформление операции технического контроля. Назначение статистического контроля, организация, анализ результатов.

7. Автоматизация контроля в машиностроении.

Связь систем автоматического контроля и технологического процесса изготовления деталей и сборки машин. Подналадочные системы. Системы с обратной связью. Системы автоматической сортировки. Адаптивные системы управления технологическим процессом.

8. Организация контроля и испытаний в механосборочном производстве.

Организация контроля и испытаний в механосборочном производстве. Структура подразделений, отвечающих за контроль и приемку продукции. Оформление результатов контроля.

3 Контрольная работа.

Цель выполнения контрольной работы: более глубокое усвоение и систематизация знаний, полученных в процессе изучения курса, получение практических навыков по выбору схемы контроля и обеспечению точности измерений.

Контрольная работа включает в себя два теоретических вопроса из приведенного ниже перечня (выбираются вопросы: первый по последней цифре зачетной книжки, второй по

предпоследней цифре зачетной книжки) и практическую часть. Текстовая часть контрольной работы выполняется на листах с рамками по ГОСТ 2.104-2006. Контрольная работа должна иметь титульный лист. Эскизы должны быть выполнены аккуратно с применением чертежных инструментов или CAD-системы.

Вопросы к теоретическому модулю контрольной работы.

Вопрос I

1. Охарактеризовать основные методы контроля геометрических параметров деталей.
2. Охарактеризовать основные методы контроля микрогеометрических параметров деталей.
3. Охарактеризовать основные методы выявления дефектов поверхностного слоя детали.
4. Охарактеризовать основные методы выявления внутренних дефектов материалов деталей.
5. Охарактеризовать основные методы контроля микроструктуры материала детали.
6. Охарактеризовать основные методы контроля качества покрытий.
7. Охарактеризовать методы контроля зубчатых передач при изготовлении деталей и сборке передач.
8. Охарактеризовать методы контроля ременных и цепных передач, резьбовых соединений при изготовлении деталей и их сборке.
9. Охарактеризовать основные методы испытаний материалов (растяжение, сжатие и др.).
0. Охарактеризовать методы контроля основных эксплуатационных характеристик деталей (испытания на усталостную прочность и др.).

Вопрос II

1. Виды показателей качества и их назначение.
2. Виды дефектов деталей машин. Конструктивные дефекты.
3. Типичные производственные дефекты на основных пределах машиностроительного производства.
4. Дефекты, возникающие при эксплуатации деталей машин.
5. Виды методов измерения. Виды испытаний. Нормальные условия выполнения измерений.
6. Структура и элементы операции технического контроля.
7. Выбор средства измерения показателя качества.
8. Автоматизация контроля в машиностроении.
9. Виды контроля, место контроля в технологическом процессе.
0. Статистическая обработка результатов измерений.

Для выполнения практической части необходимо подобрать на предприятии (по согласованию с преподавателем) или получить у преподавателя чертеж несложной детали. Требования к детали: наличие хотя бы одной поверхности с точностью размера не менее 7 качества; наличие хотя бы одного требования к точности взаимного расположения поверхностей или формы детали.

В практическую часть входят шесть заданий. По каждому заданию должно быть представлено полное описание, каким образом оно выполнялось. К задачам необходимо приложить распечатку чертежа детали.

Содержание практической части контрольной работы:

1. Выбрать и обосновать выбор методов и средств контроля:
 - точности размеров отдельных поверхностей (используя Приложение А);
 - шероховатости;
 - точности формы отдельных поверхностей;
 - точности взаимного расположения поверхностей.
2. Определить приемочные границы для одного из размеров /Приложение Б./
3. Определить количество деталей, неверно признанных бракованными и наоборот. /Приложение Б./
4. Рассчитать исполнительные размеры калибра-скобы и калибра-пробки, проиллюстрировать расчеты схемами.

Основная литература

1. Технологическая оснастка : учебное пособие / С.А. Берберов, М.А. Тамаркин, Г.А. Прокопец, В.А. Лебедев. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 270 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/1037188.
2. Неразрушающий контроль и техническая диагностика качества изделий машиностроительных производств : учеб. пособие / В.И. Бутенко, В.А. Лебедев, Н.С. Коваль и др.; Донской гос. техн. ун-т. — Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2020. — 264 с.
3. Практикум по дисциплине "Технология контроля и испытаний машин" для студентов направления 15.03.05 "Конструктивно-технологическое обеспечение машиностроительных производств" ДГТУ, Каф: "ТМ"; сост.: Г.А. Прокопец, А.А. Прокопец, Ростов н/Д.: ИЦ ДГТУ, 2018
4. Методические указания по изучению дисциплины «Технология контроля и испытаний машин». — Ростов-на-Дону : Донской гос. техн. ун-т, 2018. — 12 с.
5. ГОСТ 8.051-81 (СТ СЭВ 303-76) Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. <http://docs.cntd.ru/document/1200003821>
6. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. <http://docs.cntd.ru/document/1200006359>

Дополнительная литература

1. Г.А.Прокопец. Технология контроля и испытаний машин. Лабораторный практикум. Ростов н/Д, Изд. центр ДГТУ, 2015.
2. М.А.Тамаркин, Г.А. Прокопец, А.А. Прокопец. Технология контроля и испытаний машин: Учеб. пособ. Ростов н/Д, Изд. центр ДГТУ, 2009.
3. К.П. Латышенко. Автоматизация измерений, испытаний и контроля: учеб. пособ. Саратов: Вузовское образование, 2013.
4. ФЗ Об обеспечении единства измерений 26 июня 2008 года N102-ФЗ РФ федеральный закон об обеспечении единства измерений.
5. А.В. Калиниченко. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике: справочник. Вологда: Инфра-Инженерия, 2015.
6. Конструкция, расчет и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и инструментов. Учеб. /Под общ. ред. Н.Н.Маркова. М.: Машиностроение, 1993.

7. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технологического оснащения. /ДГТУ, Ростов н/Д, 1997, 19 с.
8. Б.С. Покровский. Механосборочные работы и их контроль: Учебное пособие для ПТУ. М.: Высшая школа. 1989. 271 с.

Таблица 1 – Допускаемая погрешность измерения по ГОСТ 8.051-81, мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	2		3		4		5		
	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT		
До 3	1.2	0.4	2.0	0.8	3	1.0	4		
Св. 3 до 6	1.5	0.6	2.5	1.0	4	1.4	5		
» 6 » 10	1.5	0.6	2.5	1.0	4	1.4	6		
» 10 » 18	2.0	0.8	3.0	1.2	5	1.6	8		
» 18 » 30	2.5	1.0	4.0	1.4	6	2.0	9		
» 30 » 50	2.5	1.0	4.0	1.4	7	2.4	11		
» 50 » 80	3.0	1.2	5.0	1.8	8	2.8	13		
» 80 » 120	4.0	1.6	6.0	2.0	10	3.0	15		
» 120 » 180	5.0	2.0	8.0	2.8	12	4.0	18		
» 180 » 250	7.0	2.8	10.0	4.0	14	5.0	20		
» 250 » 315	8.0	3.0	12.0	4.0	16	5.0	23		
» 315 » 400	9.0	3.0	13.0	5.0	18	6.0	25		
» 400 » 500	10.0	4.0	15.0	5.0	20	6.0	27		
Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	6	7		8		9			
	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$		
До 3	1.4	6	1.8	10	3.0	14	3.0		
Св. 3 до 6	1.6	8	2.0	12	3.0	18	4.0		
» 6 » 10	2.0	9	2.0	15	4.0	22	5.0		
» 10 » 18	2.8	11	3.0	18	5.0	27	7.0		
» 18 » 30	3.0	13	4.0	21	6.0	33	8.0		
» 30 » 50	4.0	16	5.0	25	7.0	39	10.0		
» 50 » 80	4.0	19	5.0	30	9.0	46	12.0		
» 80 » 120	5.0	22	6.0	35	10.0	54	12.0		
» 120 » 180	6.0	25	7.0	40	12.0	63	16.0		
» 180 » 250	7.0	29	8.0	46	12.0	72	18.0		
» 250 » 315	8.0	32	10.0	52	14.0	81	20.0		
» 315 » 400	9.0	36	10.0	57	16.0	89	24.0		
» 400 » 500	9.0	40	12.0	63	18.0	97	26.0		
Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	9		10		11		12		13
	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT
До 3	25	6	40	8	60	12	100	20	140
Св. 3 до 6	30	8	48	10	75	16	120	30	180
» 6 » 10	36	9	58	12	90	18	150	30	220
» 10 » 18	43	10	70	14	110	30	180	40	270
» 18 » 30	52	12	84	18	130	30	210	50	330
» 30 » 50	62	16	100	20	160	40	250	50	390
» 50 » 80	74	18	120	30	190	40	300	60	460
» 80 » 120	87	20	140	30	220	50	350	70	540
» 120 » 180	100	30	160	40	250	50	400	80	630
» 180 » 250	115	30	185	40	290	60	460	100	720
» 250 » 315	130	30	210	50	320	70	520	120	810
» 315 » 400	140	40	230	50	360	80	570	120	890
» 400 » 500	155	40	250	50	400	80	630	140	970

Номинальные размеры, мм	Квалитеты								
	13	14		15		16		17	
	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$	IT	$\Delta_{изм}$
До 3	30	250	50	400	80	600	120	1000	200
Св. 3 до 6	40	300	60	480	100	750	160	1200	240
» 6 » 10	50	360	80	580	120	900	200	1500	300
» 10 » 18	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380
» 18 » 30	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440
» 30 » 50	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500
» 50 » 80	100	740	160	1200	240	1900	400	3000	600
» 80 » 120	120	870	180	1400	280	2200	440	3500	700
» 120 » 180	140	1000	200	1600	320	2500	500	4000	800
» 180 » 250	160	1150	240	1850	380	2900	600	4600	1000
» 250 » 315	180	1300	260	2100	440	320	700	5200	1100
» 315 » 400	180	1400	280	2300	460	3600	800	5700	1200
» 400 » 500	200	1550	320	2500	500	4000	800	6300	1400

Примечание. Разрешается увеличение допускаемой погрешности измерения, указанной в таблице 1, при уменьшении допуска размера, учитывающего это увеличение, а также в случае сортировки изделий на размерные группы для селективной сборки.

Установленные стандартом погрешности измерения являются наибольшими, которые можно допускать при измерении, они включают как случайные, так и не учтенные систематические погрешности измерения (погрешности измерительных средств, установочных мер, базирования, температурных деформаций и т.д.). Значения размеров, полученных при измерении с погрешностью, не превышающей установленной стандартом, принимают за действительные. Допускаемые погрешности измерения нормируются вне зависимости от способа измерения при приемочном контроле.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Методика выявления влияния погрешности измерения на качество приемки деталей.

Влияние погрешности измерения может проявляться в том, что часть измеренных деталей m будет отнесена к годным, хотя истинные значения их размеров находятся за пределами поля допуска (неправильно принятые), а часть деталей n , имеющих размеры в пределах поля допуска, будет отнесена к бракованным (неправильно забракованные). Имеет значение также параметр, характеризующий вероятностную предельную величину C выхода размера за каждую границу поля допуска у неправильно принятых деталей.

Количество неправильно принятых m и неправильно забракованных n изделий, а также величина C определяются вероятностным расчетом и зависят от законов распределения погрешностей изготовления и измерения.

При определении параметров m , n и C рекомендуется принимать $A_{мет}(\sigma)=16\%$, для квалитетов 2-7; 12% - для квалитетов 8 и 9, 10% - для 10-го квалитета и грубее.

Если по условиям работы изделия влияние погрешностей измерения признается допустимым, то оставляют выбранный допуск и этим устанавливают, что приемочными границами будут являться предельные размеры изделия. Если конструктор признает влияние погрешности измерения существенным и недопустимым, то есть два способа уменьшения этого влияния:

1. Можно выбрать другой квалитет или другое поле допуска, при которых влияние погрешности измерения будет признано допустимым;
2. Можно ввести производственный допуск, когда приемочные границы смещаются внутрь поля допуска (происходит уменьшение допуска на изготовление).

Первый способ является предпочтительным. При введении производственного допуска могут быть два варианта в зависимости от того, известна или не известна точность технологического процесса.

Таблица 2 - Возможные предельные значения параметров разбраковки (при нормальном законе распределения размеров)

$A_{мет}(\sigma), \%$	$m, \%$	$n, \%$	$\frac{C}{IT}$	$A_{мех}(\sigma), \%$	$m, \%$	$n, \%$	$\frac{C}{IT}$
1, 6	0.37-0.39	0.7-0.75	0.01	10	3.10-3.50	4.5-4.75	0.14
3	0.87-0.90	1.2-1.30	0.03	12	3.75-4.10	5.4-5.80	0.17
5	1.60-1.70	2.0-2.25	0.06	16	5.00-5.40	7.8-8.25	0.25
8	2.60-2.80	3.4-3.70	0.10				

Примечания:

1. Первые значения m и n соответствуют распределению погрешности измерения по нормальному закону, вторые – по закону равной вероятности. При неизвестном законе распределения погрешностей измерения m , n и C/IT можно определять как среднее из приведенных значений. При выполнении контрольной работы принимаем нормальный закон распределения.

2. Предельные параметры разбраковки учитывают влияние случайной составляющей погрешности измерения

Выбор контрольно-измерительных средств с учетом допускаемой погрешности измерений.

Пример. Необходимо выбрать измерительное средство для контроля отверстия $\varnothing 40h8$ с высотой неровностей 1,25-0,63 мкм.

Из табл. 1 находим, что для такого отверстия с допуском 39 мкм допускаемая погрешность измерения не должна превышать 10 мкм. Для этих целей может быть применен нутромер индикаторный с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм при установке на размер 40 мм по концевой мере 4-го класса с боковиками. Допускаемая разность температур измеряемой детали и нутромера не должна быть более 5°C.

По табл. 2 находим, что при контроле отверстия выбранным прибором при неизвестном законе распределения отклонений не более 3,9% бракованных деталей могут быть приняты как годные и 5,6% годных деталей могут быть отнесены к бракованным. Значение выхода размера за границы поля допуска у неправильно принятых деталей может составить $0,17IT \approx 6,6$ мкм.