Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Средства и методы измерения

сборник учебно-методических материалов специальности

27.02.06. Контроль работы измерительных приборов

Благовещенск 2018

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета СПО
Амурского государственного
Университета

Составитель: Легчилин А.А.

Средства и методы измерения: сборник учебно-методических материалов для специальности СПО 27.02.06. Контроль работы измерительных приборов – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2018.

Рассмотрен на заседании ЦМК дисциплин технического профиля
20.06. 2018 г., протокол № 10

© Амурский государственный университет, 2018
© ЦМК технического профиля , 2018
© Легчилин А,А., составление

1. Краткий курс лекций по дисциплине

Лекция – одна из базовых форм обучения обучающихся. Углубляясь в значение термина, можно сказать, что лекцией следует называть такой способ изложения информации, который имеет стройную логическую структуру, выстроен с позиций системности, а также глубоко и ясно раскрывает предмет.

Основные задачи лекции:

- дать обучающимся современные, целостные, взаимосвязанные знания, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- обеспечить в процессе лекции творческую работу обучающихся совместно с преподавателем;
- воспитывать у обучающихся профессионально-деловые качества, любовь к предмету и развивать у них самостоятельное творческое мышление.
- вызывать у обучающегося необходимый интерес, давать направление для самостоятельной работы;
- находиться на современном уровне развития науки и техники, содержать прогноз их развития на ближайшие годы;
- отражать методическую обработку материала (выделение главных мыслей и положений, подчеркивание выводов, повторение их в различных формулировках);
- быть наглядной, сочетаться по возможности с демонстрацией аудиовизуальных материалов, макетов, моделей и образцов;
- излагаться четким и ясным языком, содержать разъяснение всех вновь вводимых терминов и понятий;
- быть доступной для восприятия данной аудиторией.

Виды лекций

1. Вводная лекция дает первое целостное представление об учебном предмете и ориентирует студента в системе работы по данному курсу.

2. Лекция-информация. Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию. Это самый традиционный тип лекций в практике высшей школы.

3. Обзорная лекция — это систематизация научных знаний на высоком уровне, допускающая большое число ассоциативных связей в процессе осмысления информации, излагаемой при раскрытии внутрипредметной и межпредметной связи, исключая детализацию и конкретизацию.

4. Проблемная лекция. На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности.

5. Лекция-визуализация представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники. Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов.

6. Лекция с заранее запланированными ошибками рассчитана на стимулирование студентов к постоянному контролю предлагаемой информации. В конце лекции проводится диагностика слушателей и разбор сделанных ошибок.

7. Лекция-конференция проводится как научно-практическое занятие, с заранее поставленной проблемой и системой докладов, длительностью 5—10 мин.

8. Лекция-консультация может проходить по разным сценариям. Первый вариант осуществляется по типу «вопросы—ответы». Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всем разделу или всему курсу. Второй вариант такой лекции, представляемой по типу «вопросы—ответы—дискуссия», является трояким сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы.

Лекция, особенно проблемного характера, дополняет учебники и учебные пособия. Она оказывает существенное эмоциональное влияние на обучающихся, будит мысль, формирует интерес и желание глубоко разобраться в освещаемых лектором проблемах.

Тема 1. Общие сведения об измерениях

1. Роль измерений, испытаний и контроля в повышении качества продукции, технологических процессов, услуг. Основные этапы развития методов и средств измерений, испытаний и контроля

2. Характеристики составляющих процесса измерений (объект измерения, принцип измерения, метод измерения, условия измерения, средство измерения, условия измерения, исполнитель измерений) и их влияние на результат измерений

3. Классификация методов измерений (прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения). Прямые измерения: метод непосредственной оценки, метод сравнения с мерой (дифференциальный, нулевой, совпадения, замещения).

Тема 2. Метрологические характеристики средств измерения и контроля

1. Средства измерений. Классы точности измерительных приборов
2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Виды погрешностей измерений

Тема 3. Средства измерения физических величин

1. Классификация измерительных приборов по объектам измерения и принципу действия (в зависимости от отрасли).
2. Методы и средства измерения и контроля весовых величин
3. Эталоны веса. Классы точности гирь
4. Методы и средства измерения и контроля температуры и влажности
5. Средства контроля с пневматическими преобразователями
6. Приборы давления. Приборы расхода

7. Приборы измерения давления, классификация, принцип действия барометров и деформационных манометров проекции. Косоугольные аксонометрические проекции

Тема 4. Измерительные преобразователи физических величин

1. Измерительные преобразователи (ИП), назначение, структурная схема ИП

2. Классификация ИП: по назначению, по взаимодействию чувствительного элемента с объектом измерения, по принципу преобразования (активные, пассивные)

3. Классификация по используемому физическому явлению (резистивные, емкостные, электромагнитные, гальваномагнитные, пьезоэлектрические, тепловые, оптические)

4. Свойства ИП, применение. Тенденции развития ИП

Тема 5. Измерения электрических величин

1. Классификация средств измерений электрических величин: аналоговые, цифровые, электроизмерительные и радиоизмерительные приборы. Требования, предъявляемые к измерительным приборам

2. Маркировка измерительных приборов. Способы измерения электрических величин: измерение постоянных токов и напряжений, измерение переменных токов и напряжений

3. Измерение сопротивлений: метод непосредственной оценки, мостовой метод. Измерение электрических величин с помощью мультиметра, цифрового вольтметра, осциллографа. Техника безопасности при измерениях электрических величин

Тема 6. Виды и средства измерений

1.Назначение испытаний, классификация испытаний

2. Составляющие процесса испытаний (объект испытаний, условия испытаний, средства испытаний, нормативно техническая документация на проведение испытаний, исполнители испытаний).

3. Программа и методика испытаний. Оформление результатов испытаний

4. Неразрушающие методы контроля (НК). Виды НК: оптический, проникающими веществами, тепловой, магнитный, электрический, вихретоковый, аккустический, радиоволновой, радиационный.

5. Нормативная документация на проведение НК. Применение методов НК для контроля качества деталей и соединений

Тема 7. Измерение и контроль геометрических величин

1.Плоскопараллельные концевые меры длины. Предельные измерительные инструменты (калибры, шаблоны). Виды калибров, методики контроля. Калибры проходные, непроходные, рабочие, контрольные

2. Измерительные линейки, виды контроля при помощи линеек: измерение отклонений от прямолинейности струной и микроскопом, краской, щупом. Средства контроля углов

3. Штангенинструменты. Классификация по устройству и контролируемым параметрам: штангенциркули, штангеглубиномеры, штангенвысотомеры,

штангенугломеры, штангензубомеры. Типы штангенциркулей, определение измеренной величины, методы измерений

4. Индикаторные средства измерений. Принцип действия рычажно-механических приборов (с зубчатой и пружинной передачей), основные микрометрические характеристики индикаторных нутромеров и индикаторов часового типа. Методика измерения рычажными скобами и микрометрами

5.Микрометрические инструменты для контроля наружных и внутренних размеров. Погрешности измерения. Методики измерений. Виды микрометров: гладкий, трубный, листовой, резьбовой, рычажный. Настройка микрометрического нутромера на заданный размер

6.Средства измерений с оптическим и оптико-механическим преобразованием. Оптиметры, длинномеры, микроскопы, делительные головки, проекторы и т.д. Средства измерения с радиоактивным преобразованием

2. Методические рекомендации к устному опросу

Устный опрос — метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устный опрос позволяет поддерживать контакт с обучающимися, корректировать их мысли; развивает устную речь (монологическую, диалогическую); развивает навыки выступления перед аудиторией.

Принято выделять два вида устного опроса:

- фронтальный (охватывает разу несколько обучающихся);

-индивидуальный (позволяет сконцентрировать внимание на одном обучающимся).

Устный опрос является самая популярная форма контроля и применяется на занятиях по разным дисциплинам. Причиной такой популярности являются широкое возможность, которые дает данная форма контроля. Ведь она позволяет за несколько минут одновременно оценить знания целой группы обучающихся. Это могут быть выборочные несколько человек или класс полностью, но в любом случае педагог получит необходимую информацию и сможет на ее основе скорректировать дальнейшее течение занятия.

Фронтальный опрос в педагогике – это форма контроля знаний и умений, направленная на опрос большой группы обучающих. Эта система позволяет в кратчайшие сроки получить результат, но одновременно не дает понимания о глубине знаний. Текущий опрос: базовый вид опроса обучающихся. Система фронтального опроса, является частью текущего опроса. А он в свою очередь представляет собой основной вид, позволяющий осуществлять систематический контроль за знаниями на любом этапе обучения.

Особенностями этого процесса считаются несколько факторов: в качестве заключения всегда делаются выводы и обобщения; в работе участвует вся группа, каждый член которой сможет поделиться своими знаниями; происходит развитие речи обучающихся. Текущий опрос проводится двумя известными способами. Самым популярным из них считается фронтальный опрос. В данном контексте он

воспринимается как контрольная проверка не только знаний, но и выявление степени их усвоения. В процесс оказываются вовлеченными практически все обучающиеся одной группы. достоинства данного способа контроля.

Достоинства:

- экономит время, позволяя охватить за короткий промежуток максимальное количество обучающихся;
- происходит отработка навыка лаконичного и точного ответа;
- дает возможность выделить из всей темы главное и запомнить эти моменты;
- учит отвечать по плану, обосновывая каждое утверждение последовательным изложением фактов;
- вовлеченность в групповую работу держит в напряжении всех обучающих.

Благодаря фронтальному опросу педагог может выполнять множество задач. К примеру, проверить выполнение домашних заданий, степень восприятия нового материала, готовность к усвоению нового блока знаний.

3 Методические рекомендации (указания) к практическим занятиям

Важной составной частью учебного процесса являются практические занятия.

Задачей преподавателя при проведении практических работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение обучающихся к самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего выпускника.

Практическое занятие - форма организации обучения, когда обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько практических работ.

Основные дидактические цели практических работ - экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений; экспериментальная проверка формул, расчетов; ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований. В ходе работы обучающиеся вырабатывают умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков.

Одновременно у обучающихся формируются профессиональные умения и навыки обращения с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов. Однако ведущей дидактической целью практических работ является овладение техникой эксперимента, умением решать практические задачи путем постановки опыта.

Организация и проведение практических работ.

Выполнение обучающимися практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление и закрепления полученных теоретических занятий;
- на формирование умений применять полученные знания на практике;

- на выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практическая работа, как вид учебного занятия проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях.

Продолжительность - не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами практической работы являются:

- самостоятельная деятельности обучающихся,
- инструктаж, проводимый преподавателем,
- организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Перед началом выполнения практической работы проводится проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Форма организации обучающихся на практических работах - индивидуальная.

При индивидуальной форме организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Оформление практических работ

Практическая работы по дисциплине оформляется в тетради

Структура практической работы:

- тема, цель работы,
- основная часть (описание опыта, расчеты);
- выводы.

Оценки за выполнение практических работ выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости обучающихся.

Правила техники безопасности при выполнении практических работ

Прежде чем приступать к выполнению лабораторной работе, необходимо:

1. Пройти инструктаж по ТБ и ПБ и расписаться в соответствующем журнале.
2. К выполнению практических работ допускаются обучающиеся, прошедшие противопожарный инструктаж и проверку знаний требований ПБ на рабочем месте, и при наличии их подписи в контрольном листе Журнала регистрации инструктажа обучающихся по охране труда.
3. Занятия с обучающимися по выполнению практических работ проводятся в помещениях учебных лабораторий с наличием приборов оргтехники, отвечающих требованиям пожарной безопасности.

СТРОГО ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. Вешать на штепсельные розетки, выключатели и электропровода различные вещи.
2. Переносить включенные электроприборы.
3. Ремонтировать электроприборы самостоятельно.
4. Загромождать свое рабочее место одеждой, портфелями, книгами и другими вещами, не относящимися к работе.

ОБУЧАЮЩИЕСЯ ОБЯЗАНЫ:

1. Соблюдать требования ПБ и поддерживать противопожарный режим,

установленный в помещении лаборатории.

2. Знать номер телефона вызова пожарной охраны **01, 112.**

3. Знать места нахождения средств пожаротушения, самоспасения, пожарной сигнализации и оповещения о пожаре.

4. Знать пути безопасной эвакуации в случае пожара.

Перечень практических работ.

1. Методы измерений. Средства измерений. Основные метрологические показатели измерительных средств
2. Методы и методика измерений
3. Расчет погрешностей измерений
4. Классы точности измерительных приборов. Виды шкал средств измерений
5. Исследование методов измерения напряжения и силы постоянного тока
6. Методы измерения сопротивления. Измерение температуры тел по их тепловому излучению
7. Определение погрешности измерения давления
8. Определение погрешности измерения расхода вещества
9. Оценка погрешности измерение уровня жидкости
10. Определение погрешности газа и раствора
11. Классификация измерительных приборов по объектам измерения и принципу действия
12. Средства контроля с пневматическими преобразователями
13. Определение погрешности измерения приборов расхода
14. Измерительные преобразователи физических величин (активные, пассивные)
15. Измерительные преобразователи физических величин (резистивные, емкостные, электромагнитные, гальваномагнитные)
16. Измерительные преобразователи физических величин (пьезоэлектрические, тепловые, оптические)
17. Маркировка измерительных приборов.
18. Измерение сопротивлений: метод непосредственной оценки, мостовой метод.
19. Измерение электрических величин с помощью мультиметра, цифрового вольтметра, осциллографа
20. Составляющие процесса испытаний (объект испытаний, условия испытаний, средства испытаний)
21. Составляющие процесса испытаний (нормативно техническая документация на проведение испытаний, исполнитель и испытаний)
22. Неразрушающие методы контроля (НК). Виды НК: оптический, проникающими веществами, тепловой, магнитный, электрический, вихретоковый, аккустический, радиоволновой, радиационный
23. Неразрушающие методы контроля (НК). Нормативная документация на проведение НК.
24. Применение методов НК для контроля качества деталей и соединений
25. Программа и методика испытаний
26. Оформление результатов испытаний

4 Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Для успешного усвоения материала обучающийся должен кроме аудиторной работы заниматься самостоятельно. Самостоятельная работа является активной учебной деятельностью, направленной на качественное решение задач самообучения, самовоспитания и саморазвития. Самостоятельная работа обучающихся выполняется без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию и в специально отведённое для этого время. Условиям эффективности самостоятельной работы обучающихся является ее систематическое выполнение.

Целью самостоятельной работы является закрепление полученных теоретических и практических знаний, выработка навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания. Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний и умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала. Самостоятельная работа заключается в проработке тем лекционного материала, поиске и анализе литературы из учебников, учебно-методических пособий и электронных источников информации по заданной проблеме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным и практическим работам, выполнению конспектов, докладов.

Обучающиеся получают допуск к промежуточной аттестации только после выполнения всех видов самостоятельной работы предусмотренных рабочей программой профессионального модуля. Обучающиеся, не выполнившие все виды самостоятельной работы, являются задолжниками и к промежуточной аттестации не допускаются.

Виды самостоятельной работы при изучении профессионального модуля: подготовка докладов, выполнение конспектов, самостоятельное изучение темы, составление таблиц.

Виды самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины ОП.03. Метрология, стандартизация и сертификация (из рабочей программы):

Выполнение рефератов.

Самостоятельное изучение тем дисциплины.

5 Методические рекомендации по написанию рефератов

Основные требования к написанию реферата.

Реферат (от лат. refero - докладываю, сообщаю) — краткое изложение в письменном виде, учения, научной проблемы, результатов научного исследования, раскрывающее ее на основе обзора литературы и других источников. Реферат является научной работой, поскольку содержит в себе элементы научного исследования.

Структура реферата:

1. Тема реферата и ее выбор

Тема реферата обычно формулируется преподавателем. Если преподаватель предоставляет возможность выбора темы из предложенного списка, то при выборе нужно опираться на критерий «широты-узости» рассматриваемой проблемы, «наукоемкости -практикоориентированности».

2. Оглавление

Сразу после формулировки темы следует оглавление. Реферат состоит из четырех основных частей:

- введение,
- основная часть (она может состоять из нескольких глав),
- заключение,
- библиографический список.

3. Основные требования к введению

Введение включает в себя краткое обоснование актуальности темы реферата, раскрывает степень ее изученности в научной литературе, Характер разработанности отдельных ее вопросов в науке,

Очень важно выделить цель и задачи, которые требуется решить для реализации цели. Например, целью может быть показ разных точек зрения на ту или иную проблему, а задачами могут выступать описание ее характеристик с позиции ряда авторов, освещение ее практических последствий и т.д. Обычно одна задача ставится на один параграф реферата. Целесообразно широко известные методы только назвать. Объем введения обычно составляет до 2-х страниц текста.

4. Требования к основной части реферата

Основная часть реферата содержит материал, который отобран для рассмотрения проблемы. Необходимо обратить внимание на обоснованность распределения материала на параграфы, умение формулировать их название, соблюдение логики изложения.

Основная часть реферата, кроме содержания, выбранного из разных научных источников, также должна включать в себя собственное мнение автора и самостоятельно сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты.

5. Требования к заключению

Заключение – часть реферата, в которой формулируются выводы по параграфам, обращается внимание на выполнение поставленных во введении задач и цели. Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из основной части. Объем заключения не более одной страницы.

6. Основные требования к списку использованной литературы

Источники должны быть перечислены в алфавитной последовательности (по первым буквам фамилий авторов или по названиям сборников).

Необходимо включать теории и концепции ведущих ученых, а также литературу и элек-тронные источники последних лет издания не менее 50% всех источников.

Требования к оформлению

Особенности текста реферата

Текст реферата должен отличаться лаконичностью, четкостью, убедительностью формулировок, отсутствием второстепенной информации.

Текст реферата начинают фразой, в которой сформулирована главная тема анализируемого источника. Сведения, содержащиеся в заглавии и библиографическом описании, не должны повторяться в тексте реферата.

Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное

содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных документов, избегать сложных грамматических конструкций.

Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата. Имена собственные (фамилии, наименования организаций, и др.) приводят на языке первоисточника.

Объем текста реферата определяется количеством сведений, их научной ценностью и/или практическим значением.

Рекомендуемый средний объем текста реферата до 10 страниц машинописного текста.

Текст реферата должен быть выполнен через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным. Гарнитура шрифта основного текста – «Times New Roman» или аналогичная, кегль (размер) от 12 до 14 пунктов. Размеры полей – 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»), отступ – 12 мм, одинаковый по всему тексту.

Заголовки разделов и подразделов следует печатать на отдельной строке с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Выравнивание по центру или по левому краю.

Темы рефератов:

1. Средства измерения физических величин
2. Приборы давления. Приборы расхода
3. Измерительные преобразователи физических величин
4. Применение методов стандартизации
5. Виды и средства измерений
6. Классификация испытаний
7. Средства измерений с оптическим и оптико-механическим преобразованием
8. Индикаторные средства измерений

6. Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм

Активные методы обучения – формы обучения, направленные на развитие у обучаемых самостоятельного мышления и способности квалифицированно решать нестандартные профессиональные задачи.

Цель обучения – развивать мышление обучаемых, вовлечение их в решение проблем, расширение и углубление знаний и одновременное развитие практических навыков и умения мыслить, размышлять, осмысливать свои действия.

Интерактивное обучение – это специальная форма организации познавательной деятельности. Она имеет в виду вполне конкретные и прогнозируемые цели:

- повышение эффективности образовательного процесса, достижение высоких результатов;
- усиление мотивации к изучению дисциплины;

- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся;
- формирование коммуникативных навыков;
- развитие навыков анализа и рефлексивных проявлений;
- развитие навыков владения современными техническими средствами и технологиями восприятия и обработки информации;
- формирование и развитие умения самостоятельно находить информацию и определять ее достоверность;
- сокращение доли аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы студентов.

Интерактивные формы применяются при проведении аудиторных занятий, при самостоятельной работе обучающихся и других видах учебных занятий, а также при повышении квалификации.

Практическая работа разбор конкретной ситуации

Тема 7. Измерение и контроль геометрических величин

Пример практической работы №27

ПРОВЕРКА РАЗМЕРОВ СКОБЫ КОНЦЕВЫМИ МЕРАМИ ДЛИНЫ

Цель работы. Освоить методику измерения размеров проходной (ПР) и непроходной (НЕ) сторон калибра-скобы.

Контроль размеров деталей

В производственных условиях, особенно при крупносерийном и массовом производствах, часто вместо измерения осуществляют контроль размеров деталей, т. е. устанавливают, соответствует ли контролируемый размер предписанным пределам, определяемым наибольшим и наименьшим размерами. Контроль размеров может быть выполнен с помощью предельных калибров.

Предельные калибры широко применяются для контроля размеров деталей в процессе их изготовления. Их конструкции весьма многообразны. Одна из возможных разновидностей калибра для контроля отверстий (пробка) показана на рис. 1.1, а калибра для контроля валов (скоба) – на рис. 1.2.

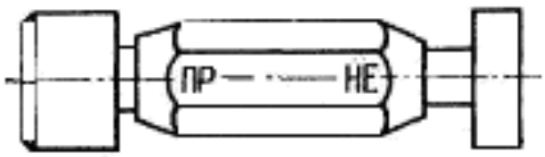

Рис. 1.1. Калибр-пробка

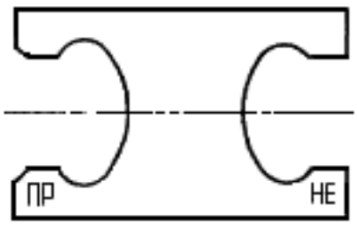

Рис. 1.2. Калибр-скоба

Предельные калибры имеют две стороны: проходную (ПР) и непроходную (НЕ), номинальные размеры которых соответствуют предельным размерам контролируемого отверстия или вала.

Номинальный размер проходной стороны у пробок соответствует наименьшему предельному размеру отверстия, а у скоб — наибольшему предельному размеру вала.

Номинальный размер непроходной стороны у пробок соответствует наибольшему предельному размеру отверстия, а у скоб — наименьшему предельному размеру вала. Поэтому при контроле годными считаются детали, у которых проходная сторона предельного калибра проходит по проверяемой поверхности, а непроходная — не проходит.

Схемы расположения полей допусков гладких калибров для отверстий и валов размерами до 180 мм показаны на рисунках 1.3 и 1.4.

Из схемы расположения полей допусков видно, что действительные размеры калибров могут выходить за пределы поля допуска детали и при контроле такими калибрами часть деталей будет отнесена к числу годных, хотя их размеры выходят за пределы допустимых.

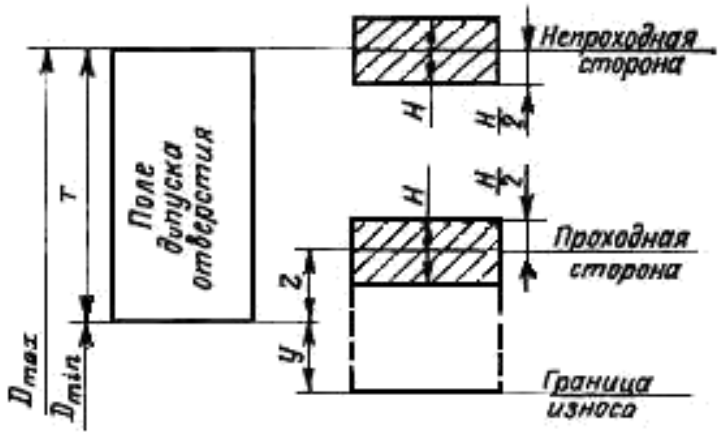

Рис. 1.3. Схема расположения полей допусков калибров для отверстий

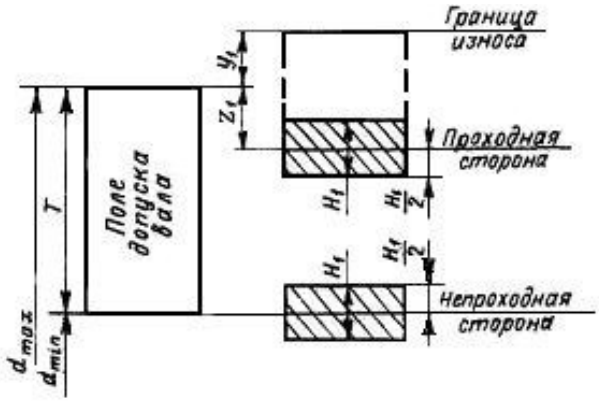

Рис. 1.4. Схема расположения полей допусков калибров для валов

Кроме того, согласно той же схеме действительные размеры калибров могут находиться в пределах допуска на размер детали и при контроле такими калибрами можно забраковать часть деталей, хотя их размеры соответствуют допустимым пределам.

Таким образом, при контроле предельными калибрами границы поля допуска контролируемой детали изменяются, поэтому при небольших допусках размеров деталей целесообразно заменять предельные калибры более точными средствами контроля, в частности электроконтактными предельными преобразователями.

Согласно ГОСТ 24853–81 для гладких рабочих калибров установлены: допуски на изготовление пробок H и скоб H_1, отклонения середины поля допуска на изготовление проходных калибров Z и Z_1 и допустимый выход размера изношенного проходного калибра за границу поля допуска деталей Y и Y_1 (таблица 1.1). По таблице 1.1 в зависимости от размера и квалитета допуска детали выбирают значения отклонений Z; Y и допуска H, калибра.

Таблица 1.1 - Допуски и отклонения калибров

Квалитеты допусков изделий	Обозначение размеров и допусков	Интервалы размеров, мм													Допуск на форму калибра
		До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	
		Размеры и допуски, мкм													
6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8	
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5	
	Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11	
	Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7	
	H, H_3	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8	IT1
7	Z, Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11	
	Y, Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	6	7	
	H, H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_3	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
	H_p	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8	IT1
8	Z, Z_1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18	
	Y, Y_1	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9	
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	H_3*, H_p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
9	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9	
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	H_3*, H_p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1
10	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37	
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14	
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	IT2
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	IT3
	H_3*, H_p	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10	IT1

Измерение размеров скобы заключается в наборе блока концевых мер такого размера, который при незначительном усилии перемещается в скобе (под действием собственного веса). Размер скобы в этом случае будет равен размеру блока.

Лекция визуализация.

Лекция - визуализация учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму и наоборот, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

Чтение лекций идет в диалоговом режиме, поскольку студенты не отвлекаются на конспектирование и рисование; сводится к связному, развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов, полностью раскрывающему тему лекции. Представленная таким образом информация обеспечивает систематизацию имеющихся у студентов знаний, создание проблемных ситуаций и возможности их разрешения; демонстрирует разные способы наглядности, что является важным в познавательной и профессиональной деятельности.

Тема 7. Измерение и контроль геометрических величин

Предельные измерительные инструменты (калибры, шаблоны). Виды калибров, методики контроля. Калибры проходные, непроходные, рабочие, контрольные

Концевые меры длины, калибры и шаблоны

Далее: Сущность разметки и ее назначение в зависимости от характера производства

Наряду с многомерными измерительными инструментами (штангенциркули, Микрометры и др.), которыми измеряют любой размер в пределах крайних делений шкалы инструмента, применяют так называемые одномерные инструменты для проверки лишь одного определенного размера, форм и взаимного расположения поверхностей деталей. К ним относятся калибры, шаблоны и щупы.

Калибры — бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки определенных размеров обрабатываемых деталей. При помощи калибров можно установить пределы отклонения наружных и внутренних диаметров, высоты и длины деталей, расстояния между центрами отверстий и т. д. Калибры определяют не числовое значение измеряемых величин, а годность детали, т. е. правильность ее действительных размеров, ограниченных предельными отклонениями. Калибры разделяются на нормальные и предельные.

К нормальным калибрам относятся такие калибры, у которых измерительный размер равен заданному номинальному размеру детали. Номинальными размерами предельных калибров являются предельные размеры контролируемой детали, следовательно, разность размеров проходного и

непроходного предельного калибров равна допуску детали, контролируемой данным калибром.

В современном машиностроении, как правило, размер назначается с двумя предельными отклонениями, и поэтому проверку размеров деталей производят не нормальными, а предельными калибрами. Годность контролируемой детали предельными калибрами определяется характером сопряжения калибра с измеряемыми поверхностями детали: проходная сторона калибра должна проходить через контролируемую деталь, а непроходная сторона — не проходит через эту деталь. Измерительное усилие, при котором калибр для контроля гладких поверхностей деталей должен проходить сопрягаемую поверхность, должно равняться собственному весу калибра, но не менее 100 г. Температура детали и калибра должна быть одинаковой (могут различаться на 2-3 °С).

Методы проверки калибров для отверстии и валов установлены инструкцией Комитета стандартов № 71-58.

По технологическому назначению различаются:
1) рабочие калибры, предназначенные для контроля деталей непосредственно в процессе их изготовления;
2) калибры для проверки деталей контролерами отдела технического контроля (ОТК);
3) приемные калибры, употребляемые заказчиком для контроля изделий;
4) контрольные калибры (или контркалибры), применяемые для проверки рабочих и приемных калибров.

Различия этих калибров состоят лишь в их размерах по отношению к полю допуска проверяемого размера детали.

При маркировке калибров установлены следующие условные обозначения;

Р-ПР — рабочий калибр, проходная сторона;

Р-НЕ — рабочий калибр, непроходная сторона;

П-ПР — приемный калибр, проходная сторона;

П-НЕ — приемный калибр, непроходная сторона;

К-ПР — контрольный калибр для проходной стороны новых рабочих калибров;

К-НЕ — контрольный калибр для непроходной стороны;

К-И — контрольный калибр для проверки износа проходной стороны рабочих скоб;

К-П — контрольный калибр для перевода частично изношенных рабочих проходных калибров в приемные.

Помимо условного обозначения калибра на нем маркируются номинальный размер и обозначение посадки и класса точности изделия, для которого предназначается данный калибр, числовые величины предельных отклонений этого изделия (в мм) и товарный знак предприятия-изготовителя. Например: если на калибре-пробке имеется маркировка П-ПР 60А3, это

означает, что данный проходной приемный калибр предназначен для контроля отверстий диаметром 60 мм с полем допуска на А3.

Маркировка Р-ПР 080 Ш3 означает, что это рабочий проходной калибр для проверки вала диаметром 80 мм широкоходовой посадки 3-го класса точности.

Различают калибры для контроля гладких цилиндрических поверхностей (валов и отверстий), гладких конических поверхностей, линейных размеров, резьб, шли-цевых сопряжений, профильных контуров и для контроля расположения поверхностей.

Для контроля диаметров отверстий применяют калибры-пробки с полной и неполной цилиндрической поверхностью, а также нутромеры сферические, представляющие собой стержни со сферическими поверхностями. Номинальным, размером проходной стороны калибра-пробки ПР является наименьший предельный размер отверстия, а непроходной стороны НЕ — наибольший предельный размер отверстия. При контроле проходная сторона ПР пробки должна проходить в отверстие под легким усилием, а непроходная сторона НЕ не должна входить в отверстие. Проходную часть пробки делают длиннее непроходной стороны.

Так, для отверстия 30+0’023 одна сторона пробки (удлиненная, рис. 1, а) будет иметь номинальный размер 30 мм и называться проходной ПР, а другая сторона пробки (укороченная) будет иметь номинальный размер наибольшего отверстия, т. е. 30,023 мм. Эта сторона пробки называется непроходной и обозначается НЕ, она может входить только в деталь, имеющую завышенный размер отверстия. Такие детали бракуются.

Пробки предельные двусторонние с цилиндрическими вставками имеют пределы контролируемых размеров от 0,1 до 3 мм (рис. 33,6). В рукоятку этих пробок, имеющих накатку, устанавливают с двух сторон цилиндрические вставки и закрепляют карбинольным клеем. Пробки со вставками с конусным хвостовиком (рис. 33, в) бывают односторонние и двусторонние, проходные и непроходные. Пределы контролируемых размеров этих пробок от 1 до 50 мм. В средней части двусторонние пробки имеют поперечное отверстие, через которое можно удалить клином одну из вставок.

Пробки односторонние со вставками, имеющими конусный хвостовик (рис. 1,г), выпускаются с пределами измерения от 6 до 50 мм. Проходная и непроходная части расположены одна за другой и разделены между собой узкой проточкой. Пробки с насадками (рис. 1, д) изготовляются двусторонние, проходные и непроходные. Рукоятки у этих пробок имеют с двух сторон цапфы, на которые надевают насадки и крепят их винтом. Выпускаются пробки с насадками для контроля размеров от 30 до 100 мм.

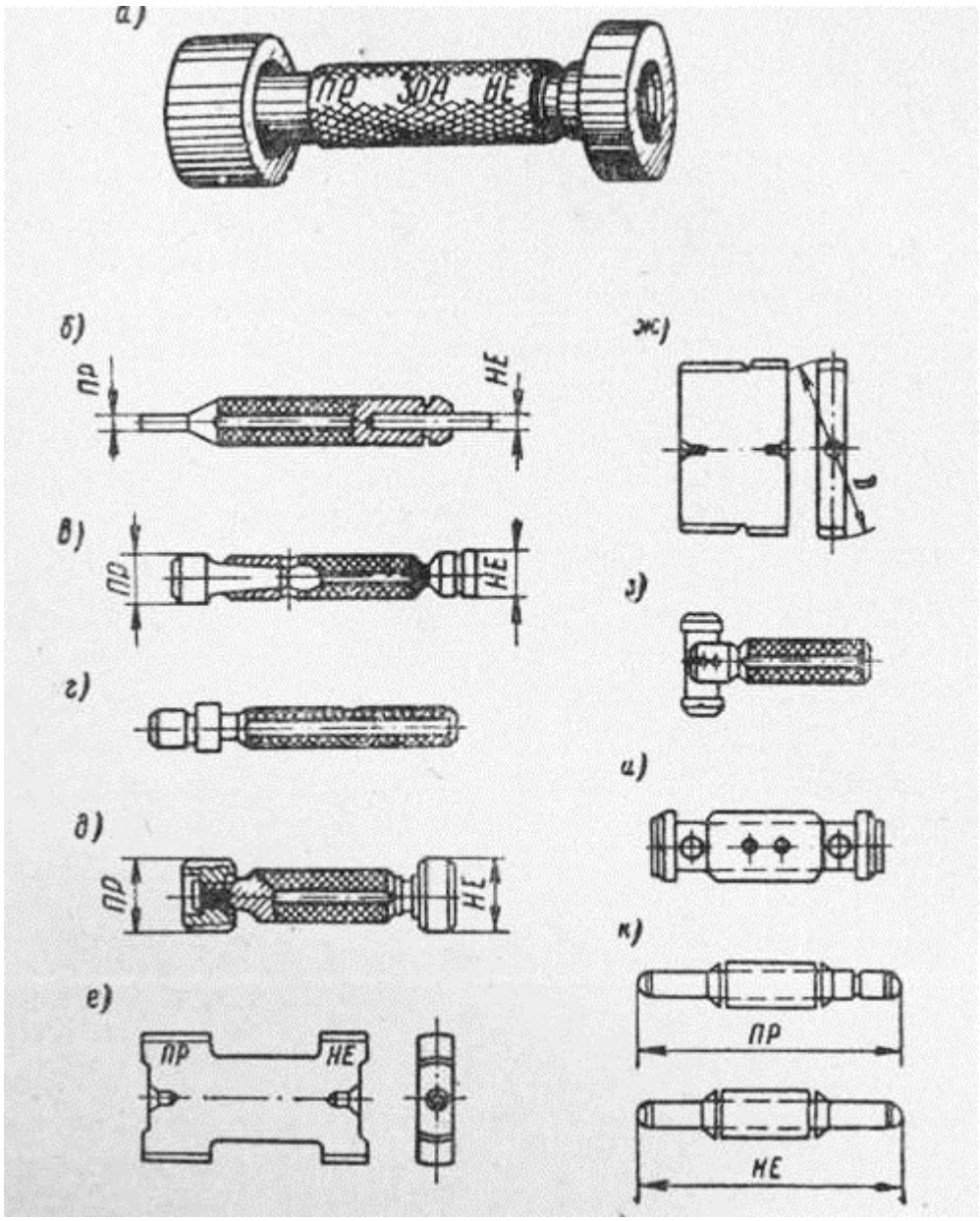

Рис. 1. Калибры-пробки для проверки диаметров отверстий.

Пробки листовые двусторонние (рис. 1, е) изготовляются для контроля размеров от 18 до 100 мм, а пробки листовые односторонние (рис. 1,ж)—для размеров от 50 до 360 мм. Материалом для таких пробок служит листовая сталь толщиной 6—12 мм.

Пробки неполные с рукоятками (рис. 1,з) бывают проходные и непроходные для контроля размеров от 50 до 150 мм. Пробки неполные с накладками (рис. 2, и) выпускают проходными и непроходными с размерами от 150 до 360 мм. Измерительная часть этих пробок прикрепляется к рукоятке винтами либо карбинольным клеем. Измерительные части изготовляют отдельно для проходного и непроходного размеров.

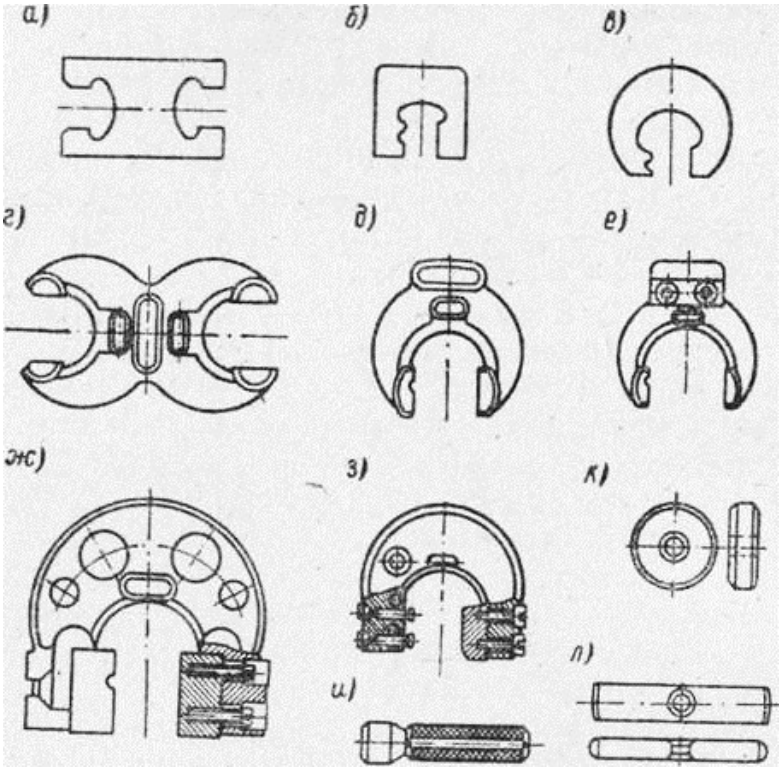

Рис. 2. Калибры-скобы для проверки диаметров валов

Для проверки диаметров вала используют калибры – скобы различных конструкций (рис. 2). Независимо от конструкций скоба должна иметь проходную и непроходную измерительные поверхности. Проходная часть ПР должна свободно находить на вал, так как она изготовляется по наибольшему предельному размеру. Непроходная часть НЕ выполняется по наименьшему предельному размеру вала, поэтому она на вал не находит.

Скобы листовые двусторонние (рис. 2,а) изготовляют для контроля размеров от 1 до 50 мм. Скобы листовые прямоугольные односторонние (рис. 2,б) применяют для контроля размеров от 1 до 70 мм, а скобы листовые круглые односторонние (рис. 2, е) — для размеров от 1 до 180 мм. ‘

У двусторонних скоб проходная и непроходная части расположены на противоположных сторонах скобы, а у односторонних скоб—на одной стороне и разделяются канавкой. Длину непроходной части делают короче, чем у проходной.

Выпускают также скобы, штампованные горячим способом: двусторонние для контроля размеров от 3 до 170 мм, односторонние для размеров от 3 до 50 мм и с ручками — для размеров от 50 до 170 мм. Штампованные скобы имеют ребра жесткости и более широкие измерительные губки, что повышает их жесткость и срок эксплуатации. Скобы литые выпускают со вставными губками односторонние для контроля размеров от 100 до 325 мм. Для облегчения веса в них делают отверстия.

Скобы регулируемые устроены так, что их можно переналаживать на другой размер или же восстанавливать по мере износа рабочие размеры. Таким образом увеличивается срок эксплуатации инструмента.

Для проверки действительного размера скоб применяют контрольные калибры. Для пределов измерения от 1 до 18 мм выпускают пробки контрольные со вставками, имеющими конусный хвостовик, для размеров от 18 до 100 мм — шайбы полные и для размеров от 100 до 325 мм — шайбы неполные. Конструкция и размеры гладких калибров-пробок диаметром от 1 до 360 мм приведены в ГОСТах 14807-69 и 14827-69. Технические требования на гладкие нерегулируемые калибры для контроля цилиндрических отверстий диаметром от 0,1 до 360 мм и валов диаметром от 1 до 360 мм указаны в ГОСТе 2015-69, а на скобы гладкие регулируемые для контроля валов диаметром до 340 мм —в ГОСТе 2216-68.

Для проверки конических поверхностей деталей применяют конусные калибры, нормальные и предельные. Их делают с уступами и контрольными рисками. Проверка конических поверхностей производится по осевому перемещению калибра относительно проверяемой детали. В процессе проверки наблюдают, находится ли торец детали в пределах уступа или рисок (рис. 35,а, б, в, г).

Проверку внутренней резьбы производят предельными резьбовыми пробками, а наружной — нерегулируемыми (жесткими) и регулируемыми предельными резьбовыми кольцами, а также резьбовыми скобами. Проверка заключается в свинчивании резьбового калибра с проверяемой деталью. Так, проходная резьбовая пробка должна свободно ввинчиваться в гайку, а проходное резьбовое кольцо должно свободно навинчиваться на болт.

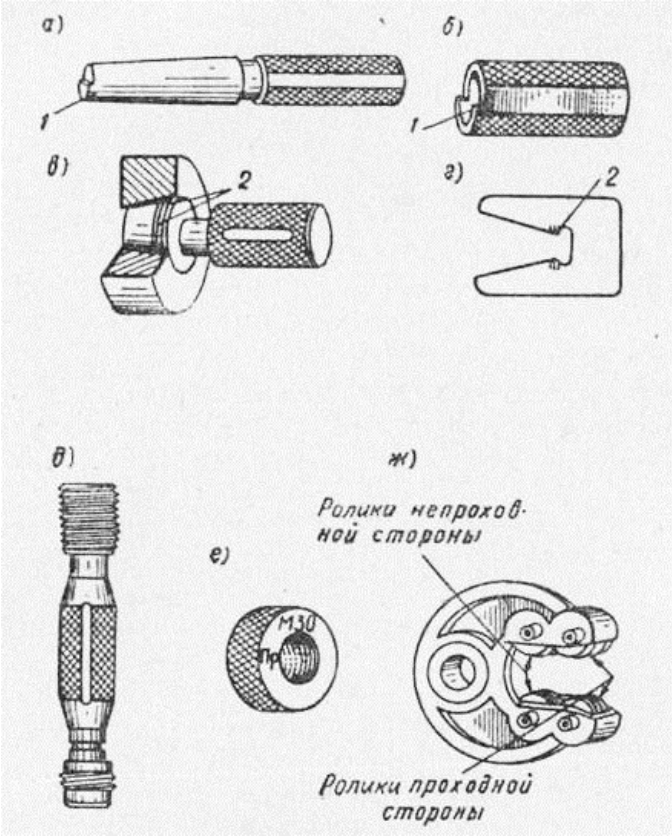

Рис. 3. Калибры для проверки конических поверхностей (а, б. в, г) и резьбы (д, е, ж)

Непроходные части резьбовых калибров не должны ввинчиваться в гайку или навинчиваться на болт.

Проходная сторона калибра-пробки имеет длинную резьбовую часть и полный профиль резьбы, а непроходная— укороченную (3—3,5 витка) и гладкую цилиндрическую направляющую (рис. 3, д).

Для проверки наружных резьб используют жесткие и регулируемые кольца. Проходные кольца выполняются с резьбой полного профиля по всей высоте кольца, а у непроходных резьба укороченного профиля в пределах 2—2,5 витка (рис. 3,е, ж). Наружные резьбы проверяются также скобами различных конструкций.

Шаблоны. Для проверки контуров деталей сложного профиля широко используют профильные калибры (шаблоны) (рис. 3,а). Профильный шаблон представляет собой как бы элемент сопрягаемой детали. Проверка производится путем прикладывания шаблона к проверяемому контуру детали. Результаты проверки определяются на глаз (визуально) по величине просвета или по совмещению контуров детали и шаблона. При проверке глухих мест, где невозможно воспользоваться методом просвета, пользуются методом проверки на краску. Форма шаблона повторяет форму детали, отсюда ясно большое разнообразие и индивидуальный характер производства таких инструментов. Шаблонами контролируют профили зубьев зубчатых колес, профили кулачков муфт и кулачковых валиков, гнезда сальниковых уплотнений, радиусы закруглений деталей, профили матриц и пуансонов штампов, углы заточки режущего инструмента и т. п. Шаблоны изготовляют из тонкой листовой или полосовой стали толщиной от 1,5 до 3 мм.

Кроме специальных шаблонов (индивидуального назначения) в производстве используют еще и нормализованные шаблоны — радиусные и резьбовые.

Радиусные шаблоны представляют собой стальные пластинки с выпуклыми и вогнутыми по радиусу концами и предназначены для определения радиусов закруглений (галтелей) на различных деталях. Они комплектуются в три набора: с радиусом выпуклых и вогнутых поверхностей от 1 до 25 мм. В наборе № 1 девять выпуклых и девять вогнутых шаблонов с радиусами: 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. В наборе № 2 шесть шаблонов вогнутых и шесть шаблонов выпуклых с радиусами: 8; 10; 12; 16; 20 и 25 мм. В наборе № 3 по двенадцать выпуклых и вогнутых шаблонов с радиусами: 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22 и 25 мм.

Шаблоны в наборах располагаются в-порядке нарастания измерительного радиуса. Толщина пластин во всех наборах 0,6 мм, а ширина в наборе № 1 — 12 мм, а в наборах № 2 и 3 — 20 мм. Проверка

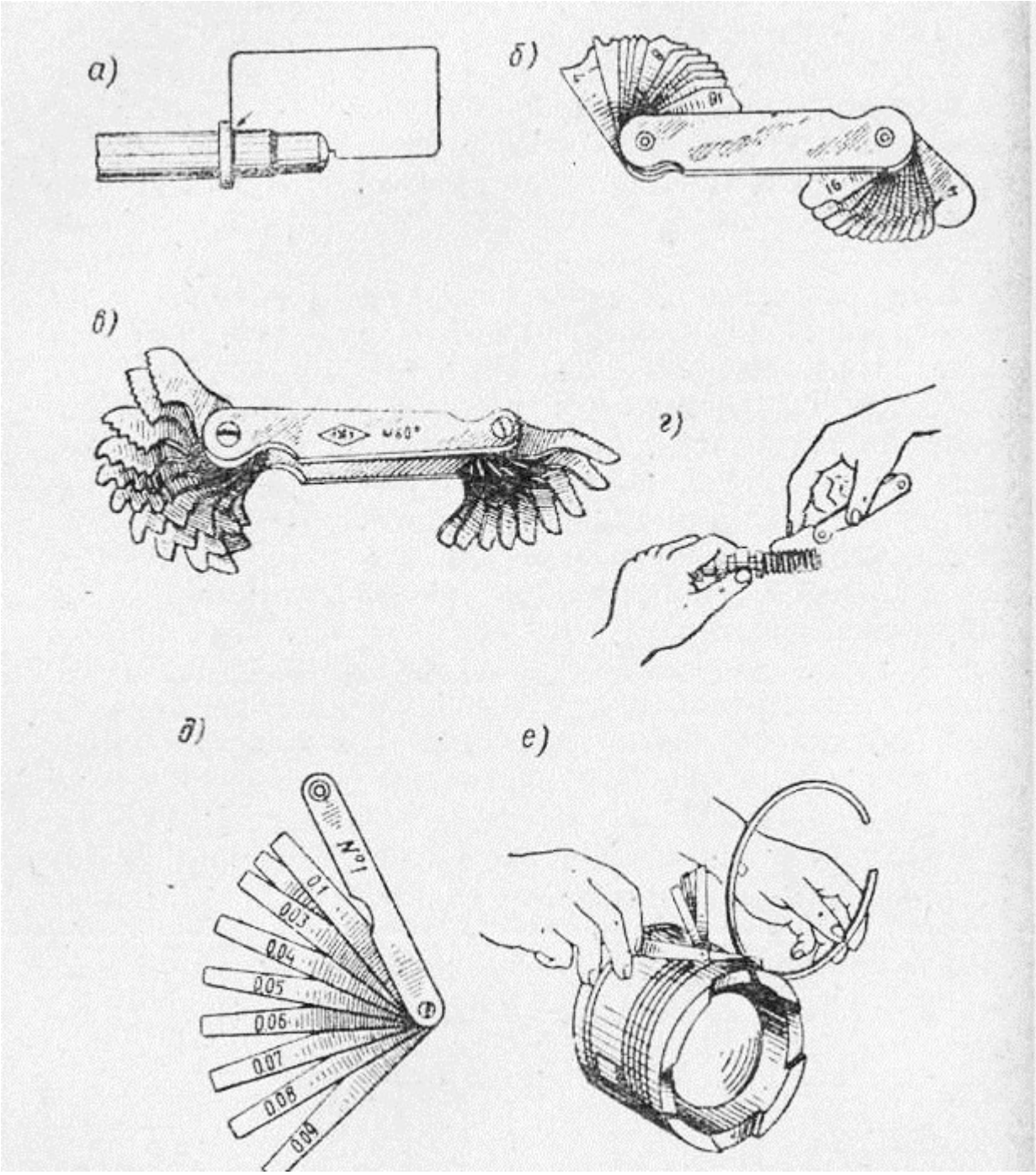

Рис. 4. Примеры проверки деталей с помощью шаблонов, резьбомеров и щупов: а, б—профиля; в, г—шага резьбы; д, е—зазора.

радиуса закругления детали производится прикладыванием шаблона к проверяемому элементу и определением отклонения на просвет.

Резьбовые шаблоны представляют собой набор тонких стальных пластинок толщиной 1 мм с нанесенными на них точными профилями стандартных резьб. Они применяются в условиях ремонта механизмов и машин, при экспериментальной работе, а также при сортировке изделий с резьбой с целью определения типа и основных элементов резьбы.

Шаблоны комплектуются в два’набора: для метрической резьбы с углом профиля 60° и для дюймовой’ резьбы с углом профиля 55°. Набор № 1 для

определения шага метрической резьбы состоит из 20 резьбовых пластин с шагом: 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 и 6 мм. Набор № 2 для определения шага дюймовой и трубной резьб состоит из 17 резьбовых шаблонов с числом ниток на один дюйм: 28; 24; 20; 19; 18; 16; 14; 12; 11; 10; 9; 8; 7; 6; 5. На каждой пластине указаны величина шага или количество ниток на 1”, а на обойме обозначена резьба — метрическая (60°) или дюймовая (55°), т. е. М60° или Д55°. Из набора резьбовых шаблонов необходимо выбрать тот, который наилучшим образом сопрягается с профилем измеряемой резьбы. При наложении резьбового шаблона на резьбу следует использовать как можно большее количество витков с целью повышения точности измерения (рис. 36,в, г). Зная наружный диаметр и шаг резьбы или количество ниток на 1”, можно по справочнику определить наименование и номинальный размер резьбы.

Щупы применяют для определения величины зазора между сопрягаемыми поверхностями. Они представляют собой набор тонких стальных пластин с параллельными измерительными поверхностями (рис. 36, д). Щупы различной толщины собраны на общей оси между двумя более толстыми пластинками, выполняющими роль футляра. Щупы выпускают 1-го и 2-го классов точности с толщиной пластин от 0,02 до 1 мм. Щупы длиной 100 мм изготовляют наборами и отдельными пластинами, а щупы длиной 200 мм — отдельными пластинами. Комплектуются четыре набора. В наборе № 1 девять щупов с толщиной: 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1 мм. В наборе

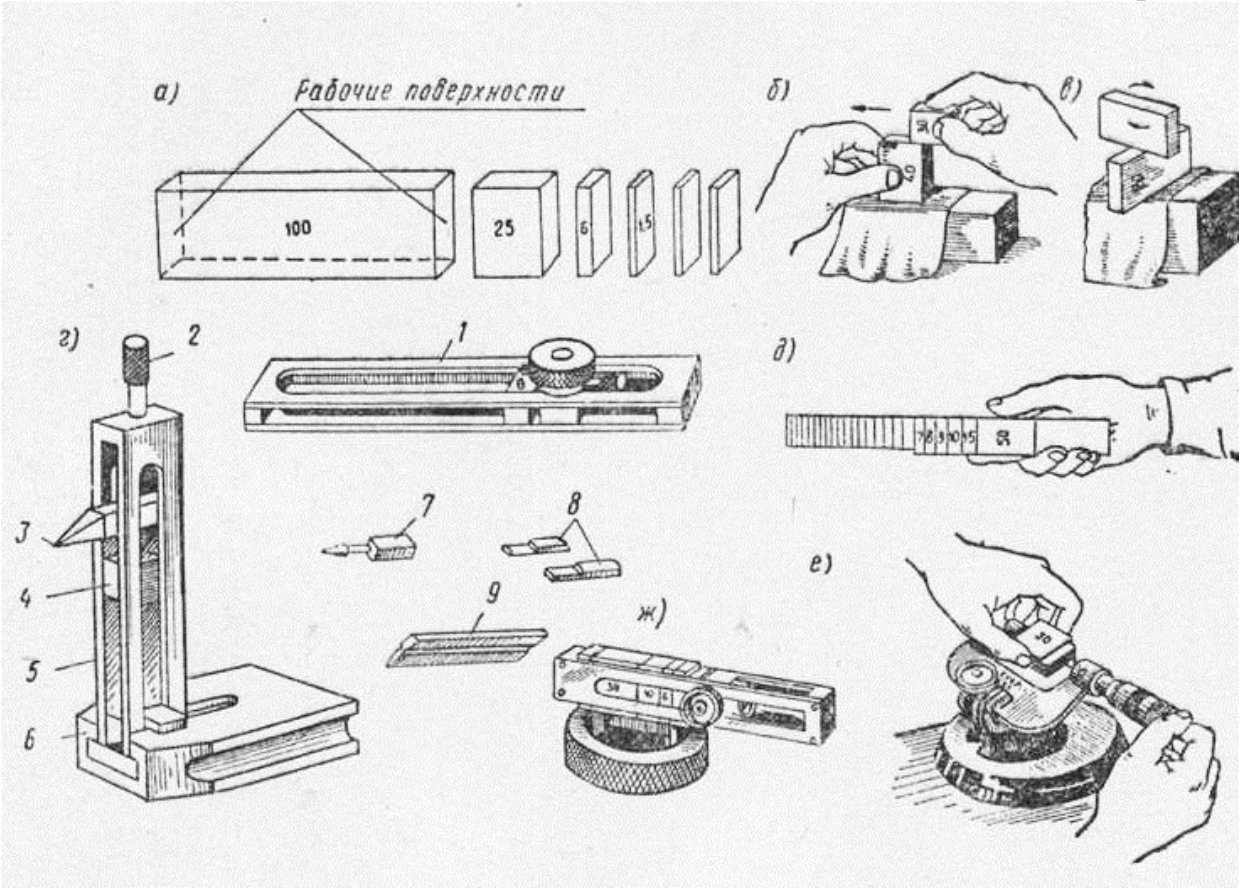

Рис. 5. Плоскопараллельные концевые мерные плитки (а, б, в. г) и принадлежности к ним (д); примеры использования плиток (е, ж).

При измерении зазоров пластинки набора одну за другой осторожно проталкивают в щель между сопрягаемыми деталями до тех пор, пока одна из них плотно не войдет в измеряемый зазор. Толщина щупа укажет величину измеряемого зазора. В ряде случаев пластинки набора складывают одну с другой в различных комбинациях для получения нужных размеров.

Пользоваться щупами, особенно тонкими, нужно очень осторожно, так как они могут согнуться.

Плоскопараллельные концевые меры длины, сокращенно называемые плитками, широко применяются в машиностроении для точных измерений. С их помощью производят градуировку и проверку измерительных приборов, инструментов и наладку оборудования, измеряют детали, производят разметку и т. п.

Плитки представляют собой прямоугольные стальные бруски двух размеров в сечении: 30Х9 — для проверки размеров до 10 мм и 35Х9 для проверки размеров свыше 10 мм. Характерным свойством плиток является притираемость их друг к другу измерительными поверхностями.

Свойство притираемости состоит в том, что точно обработанные и доведенные измерительные поверхности двух плиток при их соприкосновении под небольшим усилием, создаваемым руками, с одновременным зигзагообразным перемещением вдоль длинного ребра до совмещения плоскостей обеих мер прочно сцепляются друг с другом. Плитки считаются правильно притертыми одна к другой, если с помощью небольшого усилия их не удается разъединить. К двум притертым плиткам так же притирают третью, четвертую и т. д., составляя так называемый блок требуемого размера, пользуясь которым можно производить измерения с точностью до тысячных долей миллиметра. По точности изготовления концевые меры длины (согласно ГОСТу 9038-59) делятся на четыре класса: 0, 1, 2 и 3-й. Самым точным является класс 0-й. Для каждого класса точности установлены допускаемые отклонения размеров и параллельности плоскостей.

Плитки выпускаются размерами от 0,1 до 2000 мм и комплектуются в 15 различных наборах от 4 плиток в наборе до 116. ГОСТ 9038-59 предусматривает выпуск плоскопараллельных концевых мер 15 различных наборов:

В эти наборы входят плитки, отличающиеся одна от другой соответствующей разницей (градацией) в размерах: 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 1; 10; 25; 50; 100 и 1000 мм.

Наиболее широкое применение имеет набор мер, состоящий из 87 плиток; в этот набор входят следующие меры:

С целью уменьшения износа плиток к некоторым па-борам прилагаются специальные защитные плитки, которые ставятся по концам блока.

В настоящее время заводы «Калибр» и «Красный инструментальщик» выпускают 8 наборов концевых мер из твердого сплава (по ГОСТу 13581-68) с количеством плиток в наборе от 4 до 112. Завод «Красный инструментальщик»

наборы мер из твердого сплава выпускает и по техническим условиям ТУ 2-054-616-68 с градацией через 0,0001 мм, размером от 2 до 2,001 мм (11 плиток).

Для более широкого использования концевых мер к ним прилагают наборы принадлежностей (по ГОСТу 4119-66). В комплект набора входят державки, установленные на основании, в которые можно помещать блоки плиток и боковики (плоские, радиусные, чертильные и центровые). Боковики притираются к блоку и фиксируются винтом, что дает возможность после установки в державке получать цельный инструмент, используемый для точных измерений: контроля точности показаний микрометра; для измерения диаметра отверстий, разметки и других работ.

При составлении блока концевых мер необходимо стремиться использовать возможно меньшее количество плиток. Для этого следует руководствоваться такой последовательностью при выборе плиток. Первой берется плитка, содержащая один или два последних знака пробного значения нужного размера. Следовательно, остаток будет представлять целое число миллиметров с меньшим числом дробных знаков. Так же выбираются последующие плитки. Пусть требуется, например, подобрать блок плиток, составляющих размер 39,375 мм. Первой берем плитку 1,005 мм (оставшийся размер будет 39,375— —1,005 = 38,37 мм). Второй — плитку 1,37, остаток составляет: 38,37—1,37 = 37,0 мм. Третью плитку берем 7 мм, остаток и четвертая плитка — 30 мм.

Таким образом, блок размером 39,375 мм составлен из четырех плиток: 1,005; 1,37; 7 и 30 мм.

Обращаться с концевыми мерными плитками следует очень осторожно и аккуратно, чтобы не повредить их измерительных поверхностей. Перед пользованием плитки необходимо промывать авиационным бензином и тщательно протирать чистой мягкой тканью. По окончании работы с плитками они должны быть также промыты бензином, смазаны вазелином и уложены в соответствующие гнезда футляра.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткий курс лекций по дисциплине 3

2 . Методические рекомендации к устному опросу 6

3. Методические рекомендации (указания) к практическим занятиям 7

4. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы 10

5. Методические рекомендации по написанию рефератов 10

6. Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм 12

Легчилин Александр Александрович,
Преподаватель ФСПО АмГУ