

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Будко С. И., Киселева Л. С.

**УСТАНОВКА РЕГУЛИРУЕМЫХ КАЛИБРОВ
НА ЗАДАННЫЙ РАЗМЕР**

Методические указания к лабораторной работе
по курсу
«Основы взаимозаменяемости и технические измерения»

БРЯНСК 2021

УДК 389 (076)

ББК 30.10

Б 90

Будко, С. И. Установка регулируемых калибров на заданный размер: методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы взаимозаменяемости и технические измерения» / С. И. Будко, Л. С. Киселева. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 22 с.

Методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Рецензент: к.э.н., доцент Гринь А.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 4 от 21 января 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Будко С.И., 2021

© Киселева Л.С., 2021

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство машин, оборудования, приборов, их эксплуатация и ремонт основываются на использовании принципа взаимозаменяемости деталей, сборочных единиц и агрегатов. Обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов невозможно без достижения соответствующего уровня развития измерительной техники. Технические измерения являются неотъемлемой частью технологического процесса в машиностроении, при обслуживании и ремонте техники.

Основные требования, предъявляемые к техническим измерениям в машиностроении – точность, производительность и возможность заранее предупредить появление брака. В ремонтном производстве, как одной из отраслей машиностроения, к техническим средствам предъявляют такие же требования. Однако при ремонте машин часто необходимо проводить специфические измерения, связанные с дефектацией, проверкой соединений новых деталей с частично изношенными деталями, использованием ремонтных размеров.

Контроль – частный случай измерения, при котором устанавливают, соответствует ли значения физических величин допускаемым предельным значениям.

Для выполнения контрольных операций необходимо получение научно-практических знаний в области применения контрольно-измерительной техники для определения контроля качества продукции, безопасности технологических процессов и производств, оценки погрешности средств измерений.

Методические указания для проведения лабораторной работы разработаны в соответствии с программой дисциплины "Основы взаи-

мозаменяемости и технические измерения" для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Для качественного выполнения лабораторной работы ее содержание приводится в логической последовательности и включает следующие части: цель работы; применяемые измерительные приборы, детали, материалы; перечень необходимых нормативных документов; краткие теоретические сведения по теме; порядок выполнения работы; индивидуальные задания; форму отчета; контрольные вопросы и рекомендуемую литературу.

Для закрепления полученных знаний в Приложении приводятся тестовые задания для самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть: практическими навыками в области технических измерений.

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

ОПК-2: Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности.

УСТАНОВКА РЕГУЛИРУЕМЫХ КАЛИБРОВ НА ЗАДАННЫЙ РАЗМЕР

Цель работы: Изучить конструкции регулируемых калибров и методы их регулирования.

Освоить настройку регулируемых скоб.

Применяемые измерительные инструменты, детали, материалы, стандарты: регулируемые скобы; цилиндрические детали (не менее трех), изготовленные в соответствии с заданным размером; набор концевых мер различных классов; спирт; чистая тряпочка; ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82, ГОСТ 9038-90, ГОСТ 24853-81, ГОСТ 24851-81.

1 Теоретические сведения

Калибрами называют бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей и их частей. По условиям оценки годности деталей калибры делятся на нормальные и предельные.

Калибры, которые копируют действительные размеры изделия и его форму, получили название *нормальных*. При подгонке по нормальным калибрам годность изделия оценивалась по вхождению калибра и степени его припасовки к изделию. Степень же припасовки устанавливалась исполнителем по ощущению, поэтому результаты проверки являлись субъективными. Это было одним из существенных недостатков достижения взаимозаменяемости деталей путем подготовки их по нормальным калибрам. Основные же недостатки такого способа подгонки деталей заключались в высокой стоимости изготовленных деталей и малой производительности труда, так как более или менее точ-

ную подгонку могли выполнять лишь высококвалифицированные рабочие. Поэтому в настоящее время нормальными калибрами пользуются редко, а весь контроль изделий осуществляют предельными калибрами.

Предельные калибры не копируют формы и размеры изделий, а только дают возможность определить, находится ли действительный размер контролируемого изделия в границах установленного допуска или нет. Поэтому для контроля одного размера в изделии необходимо иметь два калибра – проходной ПР и непроходной НЕ.

Предельными калибрами проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых, шлицевых и шпоночных деталей, глубины и высоты уступов, а также расположение поверхностей и другие параметры. Деталь считается годной, если проходной калибр (проходная сторона калибра) под действием силы тяжести или силы, примерно равной ей, проходит, а непроходной калибр (непроходная сторона) не проходит по контролируемой поверхности детали. В этом случае действительный размер детали находится между заданными предельными размерами, а калибры называются предельными, так как их размеры соответствуют предельным размерам контролируемых деталей.

Предельные калибры применяются для контроля размеров деталей с точностью от шестого до восемнадцатого квалитетов. Валы и отверстия с допуском пятого квалитета и точнее не рекомендуется проверять калибрами, так как они вносят большую погрешность измерения.

Преимуществом калибров является экономичность и высокая производительность измерений при массовом и серийном производ-

стве. Калибры также находят применение на ремонтных предприятиях при дефектации и контроля восстановленных деталей.

Диаметры отверстий контролируют калибр – пробками.

Диаметры валов контролируют скобами: односторонними двупредельными, двусторонними однопредельными. Наиболее распространенные односторонние двупредельные скобы (рисунок 1).

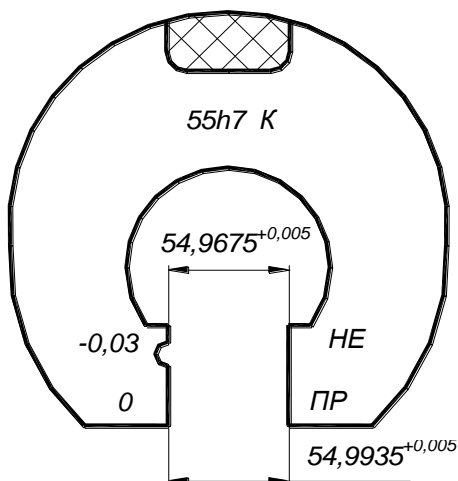
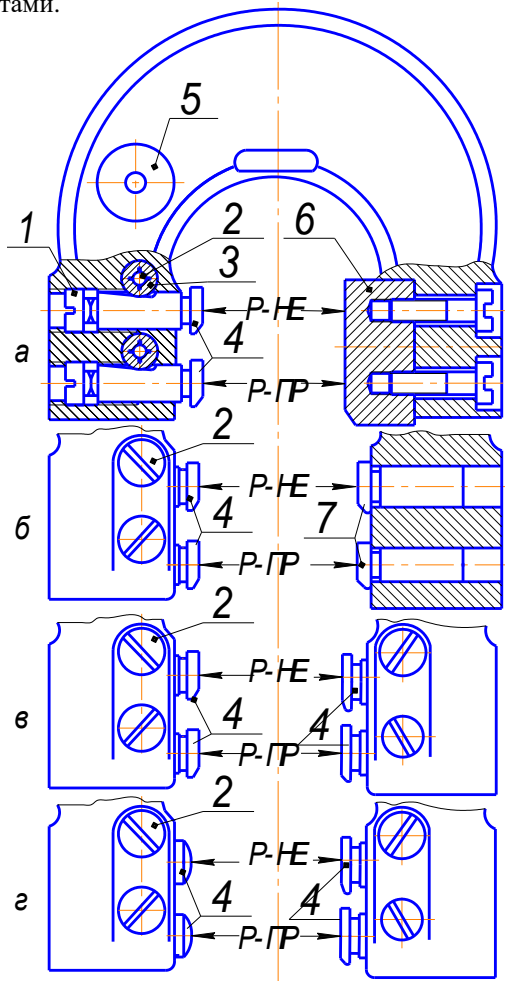


Рисунок 1 – Односторонний двупредельный калибр - скоба для контроля вала $\varnothing 55h7$

Применяются также регулируемые скобы, которые можно настраивать на разные размеры, что позволяет компенсировать износ и использовать одну скобу для контроля разных размеров, лежащих в определённом интервале. Но, регулируемые скобы по сравнению с жесткими имеют меньшую точность и надёжность, поэтому их чаще применяют для контроля изделий 8-го и более грубых квалитетов.

По конструктивному оформлению регулируемые скобы делятся на четыре типа (рисунок 2). В скобах первого типа (рисунок 2, а) пра-

вая губка представляет собой плоскую вставку 6, прикрепленную к корпусу винтами.

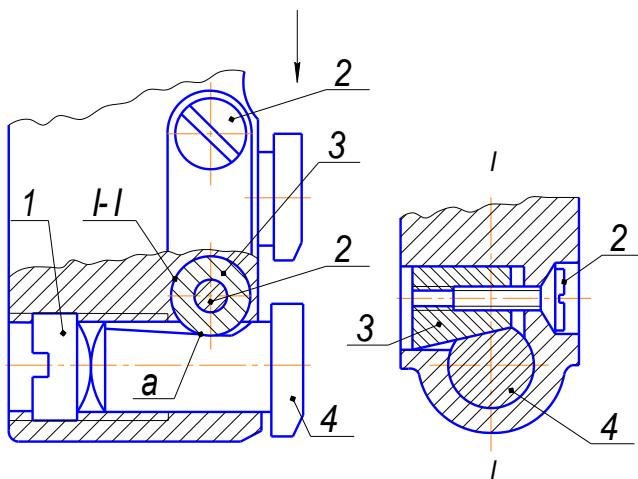


а - с неподвижной плоской губкой; *б* - с запрессованными (с правой стороны) цилиндрическими вставками; *в* - с двусторонней регулировкой; *г* - с вставками со сферическими головками; 1 - установочный винт; 2 - затяжной винт; 3 - затяжная втулка; 4 - вставка; 5 - маркировочная шайба; 6 - плоская вставка; 7 - цилиндрическая вставка

Рисунок 2 - Типы регулируемых скоб

Регулированию подвергаются только левые цилиндрические вставки, для которых в корпусе скобы высверлены гнезда. В скобах второго типа (рисунок 2, б) вместо неподвижной плоской вставки запрессованы в два гнезда цилиндрические вставки 7. У этих скоб также регулируются только левые вставки. У скоб третьего и четвертого типов (рисунок 2, в и г) можно регулировать как левые, так и правые вставки. У таких скоб измерительные поверхности правых вставок устанавливают так, чтобы они лежали примерно в одной плоскости. Установку на предельные размеры проводят левыми вставками.

Перемещение вставок 4 в сторону уменьшения размера (вправо) производят установочным винтом 1 (рисунок 2, а и 3): Для обратного перемещения нажимают на вставку со стороны головки или сферической поверхности.



1 – установочный винт; 2 - затяжной винт; 3 - затяжная втулка; 4 - вставка

Рисунок 3 - Узел подачи вставок

Чтобы вставка легко перемещалась, необходимо освободить затяжной винт 2 и, нажимая на него отверткой сверху, отжать затяжную втулку 3. Установленную на необходимый размер вставку фиксируют втулкой 3, подтягивая винт 2. Втулка 3, находя своей лыской на лыску вставки 4, действует как клин и зажимает вставку с усилием, значительно превышающим осевое усилие винта.

При эксплуатации калибров необходимо помнить, что проходные калибры должны находить на контролируемую деталь (вал или отверстие) без применения внешних сил, а лишь под действием силы тяжести. Непроходной же калибр не должен (при тех же условиях) находить на вал или отверстие и может, в крайнем случае, лишь «закусывать» деталь краем.

2 Задание и порядок его выполнения

Исходные данные для настройки скобы - размер детали с символическим обозначением допуска.

1. По таблицам предельных отклонений размеров отверстий и валов расшифровать символическое обозначение отклонений и найти предельные размеры вала, а также допуск на обработку.

2. По таблицам предельных отклонений размеров на гладкие рабочие калибры для валов найти: $\Delta_{\text{ВК}}(\text{ПР})$ - верхнее отклонение проходного калибра, $\Delta_{\text{НК}}(\text{ПР})$ - нижнее отклонение проходного калибра, l_{lim} - предельное отклонение допуска на износ проходного калибра, $\Delta_{\text{ВК}}(\text{НЕ})$ - верхнее отклонение непроходного калибра и $\Delta_{\text{НК}}(\text{НЕ})$ - нижнее отклонение непроходного калибра.

3. Построить схему положения полей допусков калибра относительно границ поля допуска изделия, показать отклонение в виде цифр

и допуски в символическом обозначении, а также допустимый переход действительных размеров за границу установленного стандартом допуска.

Например. Построить схему расположения полей допусков калибра для размера вала 110e8.

$$110e8 = 110 \begin{matrix} -0,072 \\ -0,126 \end{matrix} \text{ мм.}$$

$$d_{\max} = 109,928 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 109,874 \text{ мм}$$

$$Td = 54 \text{ мм.}$$

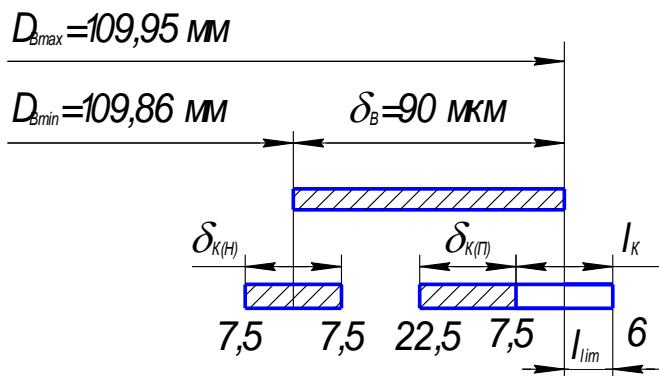


Рисунок 4 - Положение полей допусков калибра относительно предельных размеров изделия.

4. По схеме и табличным данным установить:

$\delta_{K(ПР)}$ - допуск на обработку проходного калибра,

$\delta_{K(НЕ)}$ - допуск на обработку непроходного калибра,

δ_K - допуск на износ проходного калибра,

γ - допустимый переход за границу поля допуска изделия.

5. Определить класс концевых мер, применяемых для установки регулируемых скоб. (См. приложение Б).

6. Рассчитать и составить блоки концевых мер на размеры d_{\max} и d_{\min} .

7. Найти погрешность каждого блока концевых мер по формуле

$$\Delta_{\text{lim}(\bar{d}_l)} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{lim}(1)}^2 + \Delta_{\text{lim}(2)}^2 + \dots + \Delta_{\text{lim}(n)}^2}, \quad (1)$$

где $\Delta_{\text{lim}(1)}$, $\Delta_{\text{lim}(2)}$... и т.д. - предельная погрешность каждой составляющей концевых мер, входящей в блок. (См. приложение В).

8. Установить возможное число измерений проходной скобой до ее перенастройки по формуле

$$N = \left[\gamma - \left(\Delta_{\text{lim}(\bar{d}_l)}^{P-PP} + \Delta L \right) \right] \cdot n = qn, \quad (2)$$

где ΔL - упругие деформации скобы;

n - возможное число измерений на 1 мкм износа проходной скобы или пробки;

q - толщина слоя металла на износ скобы.

Значения n и ΔL приведены соответственно в приложениях Г и Д.

Если после расчета окажется, что число измерений до перенастройки скобы мало, то долговечность ее можно увеличить, применяя концевые меры более высокого класса. Тогда с уменьшением $\Delta_{\text{lim}(\bar{d}_l)}$ увеличится слой металла на износ скобы (q), а стало быть, и срок ее службы до перенастройки.

9. Установить проходной размер скобы $C_{\text{ПР}}$ по блоку концевых мер, равному d_{max} :

а) уложить скобу на стол так, чтобы головки затяжных винтов 2 (рисунок 2) занимали верхнее положение;

б) ослабить отверткой затяжные винты и нажать на них сверху. Затяжная втулка 3 (рисунок 3) опустится вниз и освободит вставку 4, которую можно будет легко перемещать вдоль гнезда в любую сторону. До тех пор, пока не будет ослаблена затяжная втулка 3, пользоваться установочным винтом 1 нельзя, так как вставку можно так сильно затянуть, что ее будет очень трудно освободить или у нее будет сорвана резьба;

в) проверить установку базисных вставок (если базисные вставки установлены верно, их установку не следует сбивать). У скоб, размер которых меньше 50 мм, правые вставки устанавливаются при помощи лекальной линейки или концевых мер так, чтобы их измерительные поверхности лежали в одной плоскости. Об этом судят по просвету между гранью лекальной линейки (или плоскостью концевых мер) и плоскостью вставок. У скоб, размер которых больше 50 мм, базисные вставки устанавливают так, чтобы измерительные поверхности вставок *непроходного* размера выдавались над поверхностью вставок проходного размера на расстояние, приблизительно равное половине допуска. Эту разницу в установке вставок оценивают щупом соответствующей толщины. Базисные вставки закрепляют затяжными винтами;

г) перевернуть скобу на другую сторону и, взяв ее так, как показано на рисунке 5, осторожно отвернуть установочный винт проходной вставки 4 (рисунок 3) настолько, чтобы скоба, наведенная на блок плиток, плавно опускалась под действием силы тяжести вдоль плоскостей головок вставок.

После этого закрепить затяжные винты. При опускании скобы вниз блок плиток может упираться в головки вставок непроходной стороны.

Чтобы этого не произошло, необходимо наклонить скобу от себя так, чтобы блок плиток не задевал головок вставок.

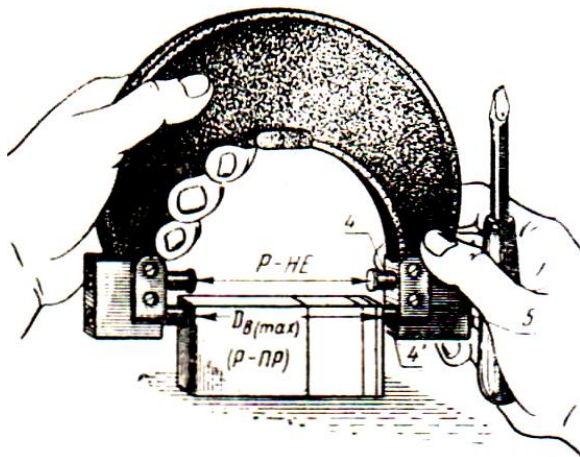


Рисунок 5 - Положение скобы при установке проходного размера по блоку концевых мер

10. Установить непроходной размер скобы. S_{HE} по блоку концевых мер, равному d_{min} , в той же последовательности.

11. Дать заключение о годности изделия.

Контрольные вопросы

1. Назначение нормальных и предельных калибров.
2. Конструкция и типы рабочих калибров.
3. Почему калибры называются предельными?
4. Что определяют предельными калибрами?

5. На каких видах производств они применяются?
6. Какие преимущества имеют предельные калибры по сравнению с универсальными средствами измерений?
7. Как производится контроль самих калибров?
8. Какие еще виды деталей, кроме гладких цилиндрических, контролируются предельными калибрами?
9. Как определяются допуски и исполнительные размеры калибров?
10. Какой точности детали контролируются предельными калибрами

Литература

1. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. 6-ое изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1987. 352 с.
2. Никифоров Д.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Высшая школа, 2000. 510 с.
3. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: ВО Агропромиздат, 1987. 367 с.
4. Васильев А.С. Основы метрологии и технические измерения. М.: Машиностроение, 1988. 240 с.
5. Саранча Г.А. Стандартизация, взаимозаменяемость и технические измерения: учеб. для втузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Стандартов, 1991. 444 с.
6. Иванов А.И., Полещенко П.В. Практикум по взаимозаменяемости, стандартизации и техническим измерениям. М.: Колос, 1977. 224 с.

Приложение А

Варианты заданий

Номер варианта	Номинальный размер изделия, мм					Поле допуска отверстия	Поле допуска вала
	а	б	в	г	д		
1	30	45	60	85	110	H7	k6
2	25	48	55	90	125	F8	h7
3	35	40	52	92	115	H6	g7
4	24	35	70	100	120	H9	e9
5	42	54	75	80	105	U8	h8
6	36	56	78	95	102	H7	m7
7	32	48	58	72	110	D9	h9
8	26	38	62	80	120	G7	h6

Приложение Б

Рекомендуемые классы концевых мер

Номинальные размеры скоб, мм	Для изделий (валов), изготавливаемых по посадкам		
	n7, s6, r6, p6, m6, k6, js6, h6, g6, m7, k7, js7, h7	d7, e8, d8, a9, e9, f9, d10, h8, p9, u8, s7, x8, h9, h10	H11, d11, d10, cd11, c11, h12, h14, h15, h16
Свыше 1 до 3	Не ниже 2 кл.		
3 « 10	« « 3 «		
10 « 18	« « 2 «	Не ниже 3 кл.	Не ниже 3 кл.
18 « 50	« « 3 «		
50 « 120	« « 2 «		
120 « 150	« « 2 «	Не ниже 2 кл.	
150 « 180	« « 0 «	Не ниже 1 кл.	Не ниже 2 кл.

Приложение В

Предельно допустимые отклонения концевых мер от срединного размера

Номинальные размеры мер, мм	Допустимые предельные погрешности действительного значения срединной длины (характеристика по разрядам), мкм (\pm)							
	1-й разряд	2-й разряд	3-й разряд	4-й разряд	5-й разряд	-	-	-
	Допустимые отклонения срединной длины (характеристика по классам), \pm мкм							
	при аттестации в процессе изготовления						при аттестации в процессе эксплуатации	
	-	-	0-й класс	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс	5-й класс
До 10	0,05	0,07	0,10	0,20	0,40	0,8	2,0	4
Свыше 10 до 18	0,06	0,08	0,12	0,25	0,50	1,0	2,5	5
« 18 до 30	0,06	0,09	0,15	0,30	0,50	1,0	3,0	6
« 30 до 50	0,07	0,10	0,20	0,30	0,50	1,2	3,5	8
« 50 до 80	0,08	0,12	0,25	0,40	0,60	1,5	4,0	9
« 80 до 120	0,10	0,15	0,30	0,50	0,80	2,0	5,0	11
« 120 до 180	0,12	0,20	0,40	0,75	1,00	2,5	6,0	12
« 180 до 250	0,15	0,30	0,50	1,00	1,50	3,0	7,0	14
« 250 до 300	0,20	0,35	0,60	1,25	2,00	3,5	8,0	16
« 300 до 400	0,25	0,45	0,80	1,50	2,50	4,0	9,0	18
« 400 до 500	0,30	0,50	1,00	1,80	3,00	5,0	10,0	20

Приложение Г

Количество измерений на 1 мкм износа проходных гладких пробок и скоб

Интервал диаметров, мм	Квалитеты точности изделия						
	7	8-9	11	12-13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8
Гладкие пробки							
6-30	540	800	1340	1610	1740	1880	2000

Продолжение Приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8
Гладкие пробки							
30-80	340	520	860	1030	1120	1210	1290
80-180	260	280	640	770	830	900	960
180-260	210	301	520	620	680	730	780
Гладкие скобы							
6-30	960	1440	2400	2880	3120	3360	3600
30-80	640	960	1600	1920	2080	2240	2400
80-180	450	670	1120	1350	1460	1570	1680
180-260	360	550	910	1090	1180	1270	1360

Приложение Д

Упругие деформации скоб

Номинальные размеры скобы, мм	Упругая деформация, ΔL , мкм	Номинальные размеры скобы, мм	Упругая деформация, ΔL , мкм
Свыше 1 до 3	-	Свыше 50 до 65	0,70
3 - 6	0,05	65 - 80	1,00
6 - 10	0,10	80 - 100	1,50
10 - 18	0,15	100 - 120	2,10
18 - 30	0,25	120 - 150	3,00
30 - 40	0,35	150 - 180	4,50
40 - 50	0,50		

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
для самостоятельной работы

1. *Назначением предельных калибров является*
 - 1) измерение предельных размеров
 - 2) измерение предельных размеров рабочих калибров
 - 3) контроль предельных размеров деталей
 - 4) контроль предельных размеров и шероховатости поверхности деталей

2. *Для контроля размеров валов применяют*
 - 1) эталон
 - 2) калибр-пробку
 - 3) калибр-скобу
 - 4) контрольную втулку
 - 5) эталонную втулку

3. *Для контроля размеров отверстий применяют*
 - 1) эталон
 - 2) калибр-пробку
 - 3) калибр-скобу
 - 4) контрольный вал
 - 5) эталонный вал

4. *Исполнительным размером калибра-скобы является*
 - 1) наименьший предельный размер калибра-скобы
 - 2) номинальный размер изделия
 - 3) наибольший предельный размер калибра-скобы
 - 4) наибольший предельный размер изделия

5. *Исполнительным размером калибра пробки является*
 - 1) наименьший предельный размер калибра-пробки
 - 2) номинальный размер изделия
 - 3) наибольший предельный размер калибра-пробки
 - 4) наибольший предельный размер изделия

6. При построении схемы полей допусков калибра-пробки номинальным размером проходной стороны является

- 1) наибольший предельный размер детали
- 2) наименьший предельный размер детали
- 3) номинальный размер детали
- 4) действительный размер детали

7. При построении схемы полей допусков калибра-пробки номинальным размером непроходной стороны является

- 1) наибольший предельный размер детали
- 2) наименьший предельный размер детали
- 3) номинальный размер детали
- 4) действительный размер детали

8. При построении схемы полей допусков калибра-скобы номинальным размером проходной стороны является

- 1) наибольший предельный размер детали
- 2) наименьший предельный размер детали
- 3) номинальный размер детали
- 4) действительный размер детали

9. При построении схемы полей допусков калибра-скобы номинальным размером непроходной стороны является

- 1) наибольший предельный размер детали
- 2) наименьший предельный размер детали
- 3) номинальный размер детали
- 4) действительный размер детали

10. Бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей и их частей -

11. По условиям оценки годности деталей калибры делятся на

- 1) эталонные
- 2) нормальные
- 3) действительные
- 4) предельные

12. По конструкции различают калибры

- 1) скобы
- 2) втулки
- 3) пробки
- 4) стержни

13. По назначению калибры различают

- 1) рабочие
- 2) действительные
- 3) приемные
- 4) контрольные

14. Предельные калибры применяют для контроля размеров деталей с точностью

- 1) от 5 до 9 квалитета
- 2) для всех квалитетов
- 3) от 6 до 18 квалитета
- 4) 3, 5, 9 квалитетов

15. Гладкие двупредельные калибры-скобы с односторонней регулировкой предназначены для контроля валов диаметром

- 1) до 500 мм, 9-11 квалитетов
- 2) до 340 мм, 6-17 квалитетов
- 3) до 250 мм 5-6 квалитетов
- 4) до 340 мм, 5-6 квалитетов

Учебное издание

Будко Сергей Иванович
Киселева Лариса Сергеевна

**УСТАНОВКА РЕГУЛИРУЕМЫХ КАЛИБРОВ
НА ЗАДАННЫЙ РАЗМЕР**

Методические указания к лабораторной работе
по курсу
«Основы взаимозаменяемости и технические измерения»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 08.02.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,27. Тираж 50 экз. Изд. № 6842.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ