

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА –  
ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

**А.А. КЛИМОВ**

## **СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО**

Лабораторный практикум для студентов направления подготовки  
23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и  
комплексов» очной формы обучения

Красноярск  
КрИЖТ ИрГУПС  
2016

УДК 620.22

К 49

Рецензенты:

А.С. ТЮРИКОВ, канд.техн.наук, доцент каф. «Эксплуатация железных дорог» КрИЖТ ИрГУПС,

В.С. ЧЕКУШИН, д-р. техн. наук, профессор каф. «Эксплуатация железных дорог» КрИЖТ ИрГУПС

УДК 620.22

К 49

Климов, А.А. Слесарное дело : лабораторный практикум для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» очной формы обучения / А.А. Климов ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2016.– 77 с.

*Пособие представляет собой практикум, включающий описание восьми лабораторных работ по дисциплине «Слесарное дело». Лабораторные работы составлены по испытаниям материалов, метрологическим измерениям. Каждая из лабораторных работ включает общую часть, методические указания по выполнению работы, перечень элементов отчета и контрольные вопросы. В большинстве заданий рассматривается работа с материальными объектами, что обеспечивает развитие практических навыков у студентов.*

*Предназначено для студентов первого курса специальности ЭТТп. очной и заочной форм обучения.*

Рекомендовано к изданию методическим советом КрИЖТ ИрГУПС

Печатается в авторской редакции

© А.А. Климов, 2016

© Красноярский институт

железнодорожного транспорта, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 Определение твердости материалов .....	4
Лабораторная работа № 2 Измерение деталей штанген-инструментами.....	24
Лабораторная работа № 3 Измерение деталей микро-инструментами.....	31
Лабораторная работа № 4 Измерение деталей механическими измерительными приборами .....	39
Лабораторная работа № 5 Шаблоны и калибры.....	48
Лабораторная работа № 6 Резиновые материалы.....	53
Лабораторная работа № 7 Лакокрасочные материалы.....	63
Лабораторная работа № 8 Пластмассы .....	70
Список рекомендуемых литературных источников.....	76

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛОВ

### Цель работы

Изучение метода определения твердости металлов по Бринеллю, Роквеллу и динамическим методом.

### Задание

1. Изучить устройство твердомеров.
2. Изучить методику проведения испытаний.
3. Определить твердость выданных образцов.
4. Рассчитать относительные ошибки измерений.

### Приборы, материалы, инструмент

1. Автоматический рычажный пресс Бринелля;
2. Твердомер «ТЭМП-3»;
3. Образцы для замера твердости;
4. Эталоны твердости;
5. Отсчетный микроскоп для измерения диаметра отпечатка.

### Общие положения

Твердостью называют сопротивление тела проникновению в него другого, более твердого тела. Из всех видов механических испытаний испытание на твердость проводят чаще всего. Это объясняется тем, что:

1. При испытании изделие не разрушается и поступает в эксплуатацию;
2. Простота и быстрота испытаний;
3. По величине твердости можно с некоторым приближением судить и о прочности металла на растяжение ( $\sigma_B$ ), т.к. существует примерное соотношение:

- для кованной стали и катанной стали -  $\sigma_B = 0,36HB$ ;
- для стального литья -  $\sigma_B = (0,3 + 0,4)HB$ ;
- для алюминиевых сплавов -  $\sigma_B = 0,38HB$  и т.д.

Существует несколько методов определения твердости:

1. По величине поверхности отпечатка от вдавливания стального

шарика при испытаниях на прессах типа Бринелля (метод Бринелля).

2. По глубине отпечатка при вдавливании алмазного конуса или стального шарика при испытаниях на приборе типа Роквелла (метод Роквелла).

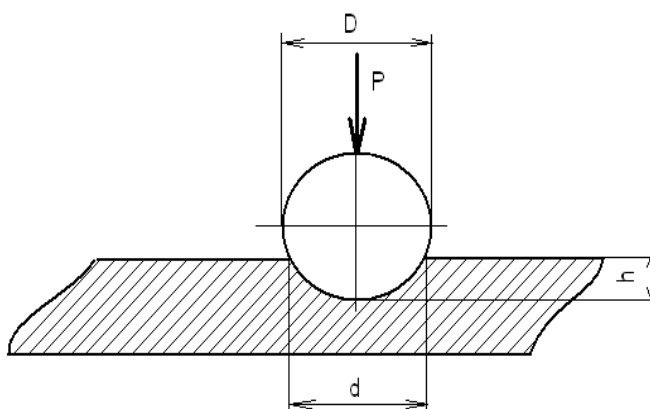
3. По величине поверхности отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды при испытаниях на приборе типа Виккерса (метод Виккерса).

4. По результатам испытания на микротвердость (малых объемов металла или структурных составляющих). По величине поверхности отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды на приборе типа ПМТ.

5. По измерению твердости основанной на определении отношения скоростей удара и отскока ударника, преобразуемого электронным блоком в условную единицу твердости Н на приборе типа «ТЭМП-3».

### ***Методика испытания на твердость по Бринеллю***

Методика определения твердости по Бринеллю состоит в том, что, пользуясь специальным прессом (прессом Бринелля), в испытуемый металл (рис.1.1), под определенной нагрузкой **P**, вдавливается стальной закаленный шарик диаметром **D** (рис.1.2) и по величине полученного отпечатка **d** судят о твердости.



*Рисунок 1.1* Схема испытания твердости по Бринеллю

Число твердости по Бринеллю определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к поверхности полученного отпечатка, т.е.

$$HB = P/F \quad /1.1/$$

где HB - число твердости по Бринеллю;  
P - нагрузка в кГс;

F - площадь отпечатка (шарового сегмента), мм<sup>2</sup>.

В окончательном виде формула определения твердости по Бринеллю выглядит:

$$HB = \frac{D}{\frac{\pi \cdot D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad /1.2/$$

где: **D** - диаметр шарика в мм;

**d** - диаметр отпечатка в мм.



*Рисунок 1.2 Шарики (инденторы) для проведения испытаний по Бринеллю*

Число твердости по Бринеллю обозначается HB (Н - твердость, В-Бринелля), указание размерности ( $\frac{Кг}{мм^2}$ ) величины опускается.

На практике для того, чтобы не прибегать каждый раз к длительным расчетам твердости по формуле /1.2/, пользуются специальной таблицей (таблица 1.2), которая дает перевод диаметра отпечатка в число твердости HB.

Следует учитывать, что по методу Бринелля можно испытывать только те материалы, твердость которых не превышает 450 HB, т.к. при испытании материалов с большей твердостью деформация стального шарика настолько велика, что результат получается неправильным.

#### *Выбор диаметра шарика*

Для испытания применяются шарики с диаметром 2,5; 5; 10 мм — в зависимости от толщины испытываемого материала и его ориентировочной

твердости, нагрузку **P** выбирают в зависимости от качества испытуемого материала по формуле:

$$P = K \times D^2, \quad /1.3/$$

где **K** – постоянная для данного материала величина, равная 30, 10 или 2,5.

В таблице 1.1 приведены данные по выбору диаметра шарика и нагрузки в зависимости от качества материала и толщины образца.

#### *Подготовка образца для испытаний*

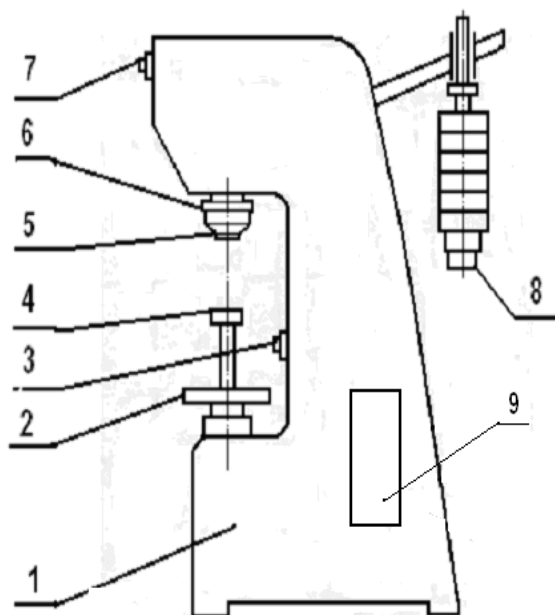
Перед испытанием поверхность образца, в которую будет вдавливаться шарик, обрабатывают шлифовальной шкуркой или напильником, чтобы она была ровной, гладкой и не было окалины или других дефектов, чтобы был получен правильный отпечаток с отчетливо видными краями. Центр отпечатка должен находиться от края образца на расстоянии не менее диаметра шарика, а от центра соседнего отпечатка на расстоянии не менее двух диаметров шарика.

*Таблица 1.1 – Выбор диаметра шарика и нагрузки в зависимости от твердости и толщины образца*

Материалы	Интервал твердости в числах Бринелля	Мин. толщина испытуемого образца в мм	Соотношение между нагрузкой P и D шарика	Диаметр шарика в мм	Нагрузка P в кг	Выдержка под нагрузкой в сек.
Черные металлы	140-150	От 6 до 3	$P=30D^2$	10,0	3000	10
		От 4 до 2		5,0	750	
		Менее 2		2,5	187,5	
Черные металлы	<140	Более 6	$P=10D^2$	10,0	1000	10
		От 6 до 3		5,0	250	
		Менее 3		2,5	62,5	
Цветные металлы	>130	От 6 до 3	$P=30D^2$	10,0	3000	30
		От 4 до 2		5,0	750	
		Менее 2		2,5	187,5	
Цветные металлы	35-130	От 9 до 3	$P=10D^2$	10,0	1000	30
		От 6 до 3		5,0	250	
		Менее 3		2,5	62,5	
Цветные металлы	8-35	Более 6	$P=2,5D^2$	10,0	250	60
		От 6 до 3		5,0	62,5	
		Менее 3		2,5	15,6	

### *Порядок проведения испытаний*

1. Установить время выдержки образца под нагрузкой, определенное по таблице 1.1 на реле времени (рис. 1.3, 1.4, 1.5)



*Рис.1.3. Схема прибора Бринелля*

*1 – корпус; 2 – маховик; 3 – кнопка; 4 – столик; 5 – наконечник; 6 – ограничитель;  
7 – сигнальная лампочка; 8 – подвеска с грузами; 9 – блок управления*

1. Установить на подвеску необходимые грузы 8.
2. Установить наконечник 5 с шариком в шпинделе.
2. На столик 4 установить испытуемый образец и, вращая маховик 2, поджать образец к шарiku наконечника 5 до тех пор, пока образец не соприкоснется с ограничителем 6 (раздается щелчок).
3. Нажатием кнопки 3 включить электродвигатель. Сигнальная лампочка 7 горит, пока образец выдерживается под нагрузкой.
6. После выключения прибора вращением маховика 2 опустить столик 4 и снять образец.
7. Замерить отпечаток.
8. Определить твердость.





*Рисунок 1.4*  
*Общий вид твердомера типа ТШ*



*Рисунок 1.5*  
*Отсчетный микроскоп.*

### ***Методика измерения отпечатка и определения твердости***

Полученный отпечаток измеряют отсчетным микроскопом (рис.1.5) в двух взаимно перпендикулярных направлениях, диаметр отпечатка определяется как среднее арифметическое из двух измерений. Отсчетный микроскоп необходимо плотно установить нижней опорной частью на испытуемую поверхность и повернуть вырезом (окном) в нижней части к свету. Поворачивая окуляр, надо добиться, чтобы края отпечатка были резко очерчены. Затем, передвигая микроскоп, надо один край отпечатка совместить с началом шкалы (рис. 1.6). Прочитать деления шкалы, с которым совпадает противоположный край отпечатка. Данный отсчет и будет соответствовать диаметру отпечатка. Затем микроскоп надо повернуть на  $90^\circ$  и замерить диаметр отпечатка второй раз.

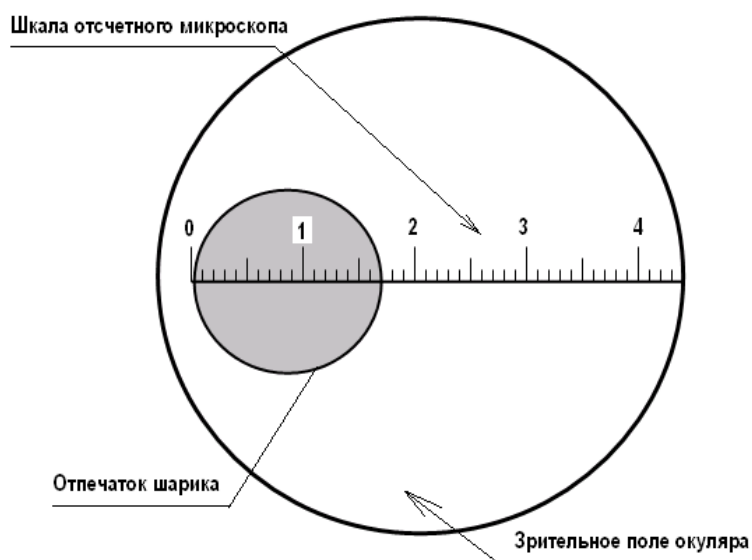


Рис.1.6. Схема измерения диаметра отпечатка шарика

По таблице 1.2 сделать перевод диаметра отпечатка в число твердости НВ и записать в отчете. Для получения правильной характеристики твердости данного материала необходимо замер твердости повторить трижды.

*Содержание отчета*

1. Цель работы.
2. Схема измерения твердости.
3. Выбор параметров испытания.
4. Расчет твердости по формуле 1.2.
5. Перевод диаметра отпечатка шарика в число твердости по таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Перевод диаметра отпечатка шарика в число твердости Бринелля

Диаметр отпечатка d	Число твердости по Бринеллю при нагрузке равной			Диаметр отпечатка d	Число твердости по Бринеллю при нагрузке равной		
	30	10	2,5		30	10	2,5
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
2,89	448	-	-	3,38	325	108	27,1
2,90	444	-	-	3,40	321	107	26,7
2,92	438	-	-	3,42	317	106	26,4
2,94	432	-	-	3,44	313	104	26,1
2,96	426	-	-	3,46	309	103	25,8
2,98	420	-	35	3,48	306	102	25,5
3,00	415	-	34,6	3,50	302	101	25,2

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
3,02	409	-	34,1	3,52	298	99,5	24,9
3,04	404	-	33,7	3,54	295	98,3	24,6
3,06	398	-	33,2	3,56	292	97,2	24,3
3,08	393	-	32,7	3,58	288	96,1	24,0
3,10	388	129	32,3	3,60	285	95,0	23,7
3,12	383	128	31,9	3,62	282	93,9	23,5
3,14	378	126	31,5	3,64	278	92,8	23,2
3,16	373	124	31,1	3,66	275	91,8	22,9
3,18	368	123	30,7	3,68	272	90,7	22,7
3,20	363	121	30,3	3,70	269	89,7	22,4
3,22	359	120	29,9	3,72	266	88,7	22,2
3,24	354	118	29,5	3,74	263	87,7	21,9
3,26	350	117	29,2	3,76	260	86,8	21,7
3,28	345	115	28,8	3,78	257	85,8	21,5
3,30	341	114	28,4	3,80	255	84,9	21,2
3,32	337	112	28,1	3,82	252	84,0	21,0
3,34	333	111	27,7	3,84	249	83,0	20,8
3,36	329	110	27,4	3,86	246	82,1	20,5
3,88	244	81,3	20,3	4,68	164	54,8	13,7
3,90	241	80,4	20,1	4,70	163	54,3	13,6
3,92	239	79,6	19,9	4,72	161	53,8	13,4
3,94	236	78,7	19,7	4,74	160	53,3	13,3
3,96	234	77,9	19,5	4,76	158	52,8	13,2
3,98	231	77,1	19,3	4,78	157	52,3	13,1
4,00	229	76,3	19,1	4,80	156	51,9	13,0
4,02	226	75,5	18,9	4,82	154	51,4	12,9
4,04	224	74,7	18,7	4,84	153	51,0	12,8
4,06	224	73,9	18,5	4,86	152	50,5	12,6
4,08	219	73,2	18,3	4,88	150	50,1	12,5
4,10	217	72,4	18,1	4,90	149	49,6	12,4
4,12	215	71,7	17,9	4,92	148	49,2	12,3
4,14	213	71,0	17,7	4,94	146	48,8	12,2
4,16	211	70,2	17,6	4,96	145	48,4	12,1
4,18	209	69,5	17,4	4,98	144	47,9	12,0
4,20	207	68,8	17,2	5,00	143	47,5	11,9
4,22	204	68,2	17,0	5,02	141	47,1	11,8
4,24	202	67,5	16,9	5,04	140	46,7	11,7
4,26	200	66,8	16,7	5,06	139	46,3	11,6
4,28	198	66,2	16,5	5,08	138	45,9	11,5
4,30	197	65,5	16,4	5,10	137	45,5	11,4
4,32	195	64,9	16,2	5,12	135	45,1	11,3
4,34	193	64,2	16,1	5,14	134	44,8	11,2
4,36	191	63,6	15,9	5,16	133	44,4	11,1
4,38	189	63,0	15,8	5,18	132	44,0	11,0
4,40	187	62,4	15,6	5,20	131	43,7	10,9
4,42	185	61,8	15,5	5,22	130	43,3	10,8
4,44	184	61,2	15,3	5,24	129	42,9	10,7
4,46	182	60,6	15,2	5,26	128	42,6	10,6

1	2	3	4	5	6	7	8
4,48	180	60,1	15,0	5,28	127	42,2	10,6
4,50	179	59,5	14,9	5,30	126	41,9	10,5
4,52	177	59,0	14,7	5,32	125	41,5	10,4
4,54	175	58,4	14,6	5,34	124	41,2	10,3
4,56	174	57,9	14,5	5,36	123	40,9	10,2
4,58	172	57,3	14,3	5,38	122	40,5	10,1
4,60	170	56,8	14,2	5,40	121	40,2	10,1
4,62	169	56,3	14,1	5,42	120	39,9	9,97
4,64	167	55,8	13,9	5,44	119	39,6	9,90
4,66	166	55,3	13,8	5,46	118	39,2	9,82
5,48	117	38,9	9,73	5,76	105	34,9	8,73
5,50	116	38,6	9,66	5,78	103	34,6	8,66
5,52	115	38,3	9,58	5,80	103	34,3	8,59
5,54	114	38,0	9,50	5,82	102	34,1	8,53
5,56	113	37,7	9,43	5,84	101	33,8	8,46
5,58	112	37,4	9,35	5,86	101	33,6	8,40
5,60	111	37,1	9,27	5,88	99,9	33,3	8,33
5,62	110	36,8	9,20	5,90	99,2	33,1	8,26
5,64	110	36,5	9,14	5,92	98,4	32,8	8,20
5,66	109	36,3	9,07	5,94	97,7	32,6	8,14
5,68	108	36,0	9,00	5,96	96,9	32,3	8,08
5,70	107	35,7	8,93	5,98	96,2	32,1	8,02

*Вопросы для самоподготовки*

1. Что такое твердость?
2. Существующие методы замера твердости?
3. На каком принципе осуществляются замеры твердости по Бринеллю?
4. Как подбирается диаметр шарика для испытания на твердость по Бринеллю?
5. Из каких соображений выбирается нагрузка при испытании на твердость по Бринеллю?
6. Размерность твердости, замеренной по Бринеллю?
7. Как измеряется диаметр отпечатка шарика?
8. Какие неудобства вы видите в способе измерения твердости по Бринеллю?
9. Максимальная твердость, замеренная по Бринеллю?
10. Применяется ли способ замера твердости по Бринеллю в производственных условиях?

## ***Испытание на твердость по Роквеллу.***

### *Общие положения*

Принципиальное отличие данного метода от метода Бринелля состоит в том, что твердость определяют по глубине отпечатка, получаемого при вдавливании алмазного конуса или стального шарика, а не по площади отпечатка. Этот метод имеет то преимущество, что позволяет изменять нагрузку в широких пределах без изменения значений твердости, так как при вдавливании конуса сохраняется закон подобия, а условная деформация под вершиной конуса с увеличением давления не изменяется.

Сущность метода определения твердости по Роквеллу состоит в том, что алмазный конус с углом при вершине  $120^\circ$  или стальной шарик диаметром 1,588 мм вдавливаются в образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок:

1. Предварительной в 10 кГс;
2. Общей (предварительной + основной) в 60кГс (шкала А), 100кГс (шкала В), 150Кгс (шкала С).

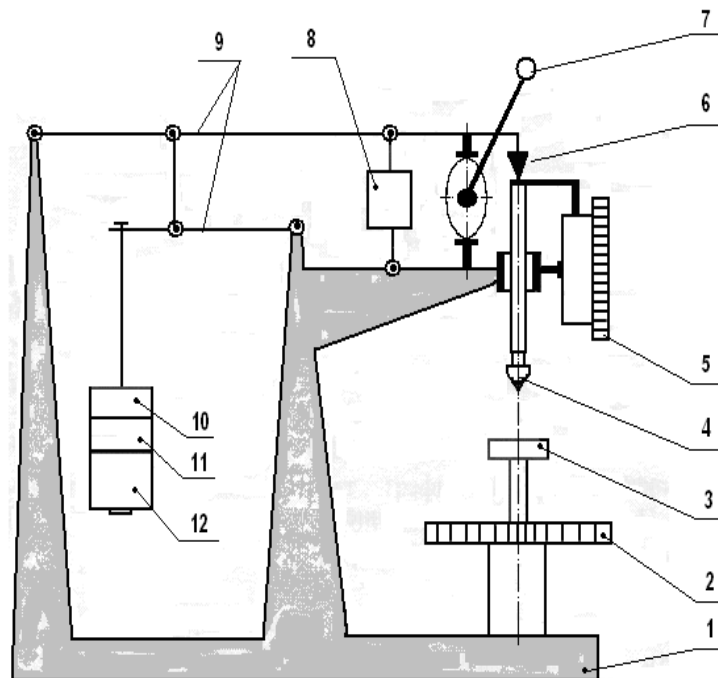
Разность глубин, на которые проникает алмазный конус под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок, характеризует твердость испытуемого образца.

Глубина проникновения алмазного конуса замеряется индикатором часового типа.

Число твердости по Роквеллу есть величина отвлеченная, оно обозначается знаком HR с добавлением шкалы А, В или С, по которой производится испытание, т.е. HRA, HRB, HRC.

### ***Методика испытания на твердость по Роквеллу***

Прибор Роквелла типа «ТК» представляет собой конструкцию (рис.1.7, 1.8) с рычажно-грузовой системой создания нагрузки, ручным приводом нагружения и ручной установкой индикатора на нуль.



*Рис. 1.7. Схема прибора Роквелла*

*1 – корпус; 2 – маховик; 3 – предметный столик; 4 – алмаз или шарик; 5 – индикатор; 6 – призма; 7 – рычаг приложения нагрузки; 8 – масляный тормоз; 9 – рычажная система; 10 – груз в 60 кг; 11 – груз в 40 кг; 12 – груз в 50 кг.*



*Рис.1.8. Общий вид твердомера типа ТК*

Алмазный конус применяется для испытания твердых материалов, а шарик - более мягких. Алмазным конусом можно испытывать материал толщиной до 0,4 мм, а шариком до 2 мм. В ответственных случаях вместо алмазного конуса может использоваться конус из твердого сплава.

Условия испытаний твердости по Роквеллу подбираются по таблице 1.3.

Для испытания более тонких деталей и твердых тонких поверхностных слоев применяют прибор «супер-Роквелл», который позволяет производить испытания при меньшей нагрузке - предварительной — 3 кгс и основной — 45, 30 и 15 кгс.

*Таблица 1.3. - Условия испытания на твердость по Роквеллу*

Обозначения		Пределы измерения в единицах твердости по Роквеллу (HR)	Соответствующие приближенные значения чисел твердости по Виккерсу (HV)
Шкалы	Числа твердости		
В	HRB	25-100	60 - 240
С	HRC	20-67	240 - 900
А	HRA	70-85	390-900

*Порядок проведения испытаний*

1. Подвесить грузы и вставить в оправку шарик или алмаз.
2. Испытуемый образец укладывают на столик прибора.
3. При помощи штурвала образец подводится к алмазному конусу и
4. слегка вдавливается в него под предварительной нагрузкой (до тех пор, пока маленькая стрелка на циферблате не совместится с красной точкой).
5. Установить вращением ободка индикатора ноль черной шкалы (шкала С) или деление 30 красной шкалы (шкала В) напротив большой стрелки.
6. Легким нажимом отводят назад рукоятку приложения нагрузки, и она перемещается до упора (прикладывается основная нагрузка).
7. После того, как движение рукояти прекращается, отсчитывают 10-12 с и возвращают ее в первоначальное положение, снимая нагрузку.
8. Записывают показания прибора.

**Примечание:**

Контроль прибора производят при помощи контрольных брусков (мер твердости), твердость которых заранее известна. Если твердость по прибору не соответствует твердости контрольных брусков, то к показаниям прибора при испытаниях образцов вводится соответствующая поправка.

*Содержание отчета*

1. Цель работы.
2. Схема измерения твердости.

3. Выбор параметров испытания.

4. Результаты испытаний.

#### *Вопросы для самоподготовки*

1. В чем заключается принципиальное отличие способов замера твердости по Бринеллю и Роквеллу?

2. Чем объясняется более широкое применение способа Роквелла, чем Бринелля?

3. Размерность твердости, замеренной по Роквеллу.

4. Обозначение твердости по Роквеллу.

5. В каких случаях применяется твердосплавный конус или алмаз, а в каких шарик?

6. Каким способом можно замерить твердость: коленвала, шатуна, поршневого кольца, бронзовой втулки?

#### ***Определение твердости материалов динамическим методом***

##### **Цель работы**

Изучение метода определения твердости металлов динамическим методом.

##### **Задание**

1. Изучить устройство переносного твердомера «Темп -3».

2. Изучить методику проведения испытаний на твердость динамическим методом.

3. Определить твердость выданных образцов прибором «ТЕМП-3».

4. Перевести показания прибора «ТЕМП-3» в шкалы Бринелля, Роквелла.

##### **Приборы, материалы, инструмент**

1. Твердомер «ТЕМП-3»;

2. Образцы для замера твердости;

3. Переводные таблицы.

##### **Общие положения**

1. Твердомер электронный малогабаритный переносной типа ТЭМП - 3 предназначен для экспрессного измерения твердости сталей, сплавов и их сварных соединений по шкалам Бринелля (НВ), Роквелла (HRC), Шора (HSD), Виккерса (HV). Прибор может быть использован в производственных и лабораторных условиях. Объектами измерений могут быть крупногабаритные изделия, узлы и детали сложной формы, имеющие труднодоступные зоны измерений.



2. Прибор может быть применен для оперативного контроля твердости деталей массового производства в цеховых условиях, например, для оценки стабильности технологических процессов (до и после термической и механической обработок, сварки, обработки давлением и т.д.)

3. Прибор можно использовать для диагностирования эксплуатируемого оборудования для оценки его остаточного безопасного ресурса.

4. Прибор позволяет проводить измерения на плоских, выпуклых и вогнутых поверхностях с радиусом кривизны не более 15мм и параметром шероховатости не более Ra 2,5 по ГОСТ 2789-73.

5. Диапазон измерения твердости по шкале Роквелла - 22-68 HRC; по шкале Бринелля - 100-450 HB.

6. Пределы допускаемой относительной погрешности приведены в таблице 1.4.

*Таблица 1.4 – Пределы допускаемой относительной погрешности*

Тип мер твердости	Шкала твердости	Значение твердости образцовой меры	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
МТР ГОСТ 9031-78	HRC	25 ±5 45 ±5 65 ±5	3
МТБ ГОСТ 9031-78	HB	100 ±25 200 ± 50 400 + 50	3
МТБ ГОСТ 9031-78	HV	450 ± 50 800 ± 75	3
МТШ ГОСТ 8.426-81	HSD	30 ±7 60 ±7 95 ±7	3

Время одного измерения, с - 5

Напряжение питания прибора от 2-х элементов типа А-316, В - 3

Ресурс непрерывной работы на одном комплекте питания, час: - 300

Время автоматического отключения прибора после проведения последнего измерения, мин - 1,5

Шероховатость контролируемой поверхности не более, Ra 2,5  
Минимальная масса контролируемого изделия, кг- 1,5

Прибор обеспечивает индикацию при понижении напряжения питания до, 1,6 В

Диаметр шаровидного индентора, мм - 3

Масса прибора, кг - 0,22

Габаритные размеры, мм - 30 x 60 x 130

### ***Устройство и принцип работы прибора***

Твердомер (рис.1.9) представляет собой портативный электронный прибор динамического действия, состоящий из датчика и электронного блока.



*Рис. 1.9. Электронный твердомер ТЭМП-3.*

Принцип измерения твердости прибором основан на определении отношения скоростей удара и отскока ударника, преобразуемого электронным блоком в условную единицу твердости Н, которую затем переводят в требуемые единицы твердости HB, HR, HSD, HV.

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор - "дисплей", кнопка включения "Вкл", а на верхней - разъем для подключения датчика и гнездо крепления толкателя.

Кнопкой "Вкл" можно как включить прибор (при этом в левом разряде дисплея появляется цифра 1), так и выключить.

Батареи питания (или аккумуляторы) устанавливаются согласно полярности, указанной в батарейном отсеке.

При полном разряде батарей до уровня 1,5В на дисплее, рядом с каждой цифрой слева внизу, индицируются точки (напр. ".5.9.9").

### ***Подготовка к работе***

После транспортировки твердомера при температуре ниже 0°С необходимо выдержать его перед включением не менее 2-х часов при нормальной температуре.

Провести внешний осмотр прибора, убедиться, что отсутствуют механические повреждения электронного блока, датчика, соединительного кабеля. Зачистить шлифовальной машинкой и протереть ветошью поверхность в зоне измерения диаметром около 20 мм с обеспечением параметра шероховатости не более Ra 2,5 мкм. Предварительно удалить с поверхности окалину, окисную пленку, смазку, ржавчину и т.д.

Соединить датчик с электронным блоком. Вставить в батарейный отсек элементы питания, соблюдая полярность. Привернуть толкатель к корпусу прибора.

Проверить, чтобы опорное кольцо датчика было плотно завернуто на направляющую трубку.

### ***Порядок работы***

Включить прибор нажатием кнопки "Вкл". При этом, слева на дисплее, должна появиться цифра 1.

Толкателем плавно загрузить ударник с торцевой части датчика до ощутимого защелкивания, затем извлечь толкатель.

Датчик установить нормально к испытываемой поверхности изделия, плотно прижав его к ней одной рукой, а другой - нажать на пусковую кнопку. После соударения ударника с поверхностью контролируемого изделия на дисплее прибора появится результат измерения в виде трехзначного числа Н.

С помощью переводных таблиц (рис.1.6, 1.7) перевести полученное значение Н в требуемую твердость (НВ, HRC, HSD, HV).

Для получения корректных значений рекомендуется проводить не менее 5-ти измерений, результаты которых затем усредняют.

Прибор отключается кнопкой "Вкл", либо автоматически через 1,5мин. Для последующей активации дисплея необходимо кратковременно нажать на кнопку "Вкл".

Минимальное расстояние между точками измерений (отпечатками) должно быть не менее 3 мм. Повторные измерения в одной и той же точке не допускаются.

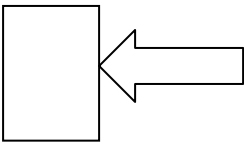
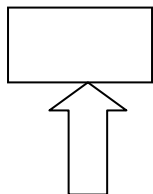
Возможны измерения твердости при положении датчика под разными углами относительно поверхности испытуемого изделия. В этих случаях результаты измерений корректируют поправочными коэффициентами (см. таблицу 1.5.), которые отнимают от полученных значений Н.

После окончания работы с прибором необходимо разгрузить датчик нажатием на пусковую кнопку.

### ***Содержание отчета***

1. Цель работы.
2. Схема измерения твердости.
3. Выбор параметров испытания.
4. Результаты испытаний.
5. Перевод результатов в шкалы Бринелля и Роквелла.

*Таблица 1.5 – Поправки значений твердости в зависимости от положения датчика*

Положение датчика	Твердость, Н	Поправка, %
	300	-8
	400	-8
	500	-10
	600	-10
	700	-12
	300	-24
	400	-24
	500	-26
	600	-26
	700	-28

### ***Вопросы для самоподготовки***

1. В чем заключается принципиальное отличие способов замера динамической твердости от способов Бринелля и Роквелла?
2. В чем заключается удобство работы с прибором ТЭМП-3?
3. В каких положениях может работать прибор ТЭМП-3?
4. Какая подготовка измеряемой поверхности проводится перед измерением твердости прибором ТЭМП-3?
5. Сколько времени требуется для измерения твердости прибором ТЭМП-3?

6. Какую минимальную массу должна иметь измеряемая деталь и почему?

7. Как измеряют твердость прибором ТЭМП-3 при малой массе измеряемой детали?

8. Какое минимальное расстояние между точками измерения рекомендуется выдерживать при измерениях прибором ТЭМП-3?

Таблица 1.6 – Переводная таблица по шкале Роквелла HRC

Н HRC	Н HRC	Н HRC	Н HRC
1	2	3	4
	600 33,5	700 49,9	800 63,9
	602 33,9	702 50,2	802 64,2
	604 34,2	704 50,5	804 64,5
	606 34,6	706 50,8	806 64,7
	608 34,9	708 51,1	808 65,0
	610 35,3	710 51,4	810 65,2
	612 35,6	712 51,7	812 65,5
	614 36,0	714 52,0	814 65,7
	616 36,3	716 52,3	816 66,0
	618 36,6	718 52,6	818 66,2
	620 37,0	720 52,9	820 66,5
522 19,2	622 37,3	722 53,2	822 66,7
524 19,6	624 37,7	724 53,5	824 67,0
526 20,0	626 38,0	726 53,7	826 67,2
528 20,4	628 38,3	728 54,0	828 67,5
530 20,8	630 38,7	730 54,3	830 67,7
532 21,1	632 39,0	732 54,6	832 68,0
534 21,5	634 39,3	734 54,9	834 68,2
536 21,9	636 39,7	736 55,2	836 68,5
538 22,3	638 40,0	738 55,5	838 68,7
540 22,7	640 40,3	740 55,8	840 68,9
542 23,0	642 40,7	742 56,1	842 69,2
544 23,4	644 41,0	744 56,3	844 69,4
546 23,8	646 41,3	746 56,6	846 69,7
548 24,2	648 41,7	748 56,9	848 69,9
550 24,5	650 42,0	750 57,2	
552 24,9	652 42,3	752 57,5	
554 25,3	654 42,6	754 57,8	
556 25,6	656 43,0	756 58,0	
558 26,0	658 43,3	758 58,3	
560 26,4	660 43,6	760 58,6	
562 26,7	662 43,9	762 58,9	
564 27,1	664 44,3	764 59,1	
566 27,5	666 44,6	766 59,4	
568 27,8	668 44,9	768 59,7	
570 28,2	670 45,2	770 60,0	
572 28,6	672 45,5	772 60,2	

<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
574	28,9	674	45,8	774	60,5		
576	29,3	676	46,2	776	60,8		
578	29,6	678	46,5	778	61,0		
580	30,0	680	46,8	780	61,3		
582	30,4	682	47,1	782	61,6		
584	30,7	684	47,4	784	61,8		
586	31,1	686	47,7	786	62,1		
588	31,4	688	48,0	788	62,4		
590	31,8	690	48,3	790	62,6		
592	32,1	692	48,6	792	62,9		
594	32,5	694	49,0	794	63,2		
596	32,8	696	49,3	796	63,4		
598	33,2	698	49,6	798	63,7		

*Таблица 1.7 – Переводная таблица по шкале Бринлля НВ*

<b>Н НВ</b>		<b>Н НВ</b>		<b>Н НВ</b>		<b>Н НВ</b>	
<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
		400	138	500	239	600	331
		402	140	502	240	602	333
		404	143	504	242	604	335
		406	145	506	244	606	338
		408	148	508	245	608	341
		410	150	510	247	610	343
		412	152	512	249	612	346
		414	155	514	250	614	348
		416	157	516	252	616	351
		418	159	518	254	618	354
		420	161	520	255	620	357
		422	164	522	257	622	360
		424	166	524	259	624	363
		426	168	526	260	626	366
		428	170	528	262	628	369
		430	172	530	264	630	372
		432	175	532	265	632	375
		434	177	534	267	634	379
		436	179	536	269	636	382
		438	181	538	270	638	386
		440	183	540	272	640	389
		442	185	542	274	642	393
		444	187	544	276	644	396
		446	189	546	277	646	400
		448	191	548	279	648	404
		450	193	550	281	650	408
		452	195	552	282	652	412
		454	197	554	284	654	416
		456	199	556	286	656	420
		458	201	558	288	658	425
		460	203	560	290	660	429

<b>H HB</b>	<b>H HB</b>	<b>H HB</b>	<b>H HB</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	462 205	562 291	662 434
	464 207	564 293	664 438
	466 209	566 295	666 443
368 97	468 210	568 297	668 448
370 99	470 212	570 299	
372 102	472 214	572 301	
374 105	474 216	574 303	
376 107	476 218	576 305	
378 110	478 220	578 307	
380 113	480 221	580 309	
382 115	482 223	582 311	
384 118	484 225	584 313	
386 120	486 227	586 315	
388 123	488 228	588 317	
390 126	490 230	590 319	
392 128	492 232	592 321	
394 131	494 234	594 324	
396 133	496 235	596 326	
398 135	498 237	598 328	

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

### **ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТАМИ**

#### **Цель работы**

Изучение устройства штангенинструментов и измерение деталей с их помощью

#### **Задание**

1. Штангенинструментами измерить линейные размеры детали, указанные в рабочем чертеже.
2. По результатам измерений установить пригодность деталей.

#### **Инструменты, оборудование, условия**

штангенциркули ШЦ-1, ШЦ-П ГОСТ 166-89;  
штангенглубиномеры ГОСТ 162 - 90;  
штангенрейсмасы ГОСТ 164 — 90;  
штангензубомеры;  
детали;  
рабочие чертежи деталей.

#### **Общие положения**

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, штангензубомеры. Пределы измерений данными инструментами составляют до 2000 мм. Интервал измеряемых геометрических величин определяется типоразмером и назначением штангенинструмента.

Точность отсчета инструмента равна цене деления шкалы нониуса. Промышленность выпускает штангенинструменты с ценой деления нониуса 0,05 и 0,1мм.

***Метод измерения штангенинструментами прямой, абсолютный.***

**Штангенциркули ШЦ1, ШЦ11, ШЦ-111** (рис. 2.1, 2.2) предназначены для измерения наружных и внутренних поверхностей. Штангенциркулем ШЦ-1 можно измерить также глубины пазов и отверстий при



наличии штанги глубиномера. ГОСТом 166-89 установлены пределы измерений и цена деления: для штангенциркуля ШЦ-1 - 125; 0,1 мм; для ШЦ-П - 0-160; 0-200, 0-250 мм; 0,1 и 0,05 мм соответственно.

Штангенциркуль может быть использован для измерений, если при совмещении губок между ними не просматривается просвет, а нулевые штрихи нониуса и шкалы штанги совпадают.

Пример условного обозначения штангенциркуля типа ШЦ-П с пределами измерений 0-250 мм и значением отсчета по нониусу 0,05 мм: *Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89.*

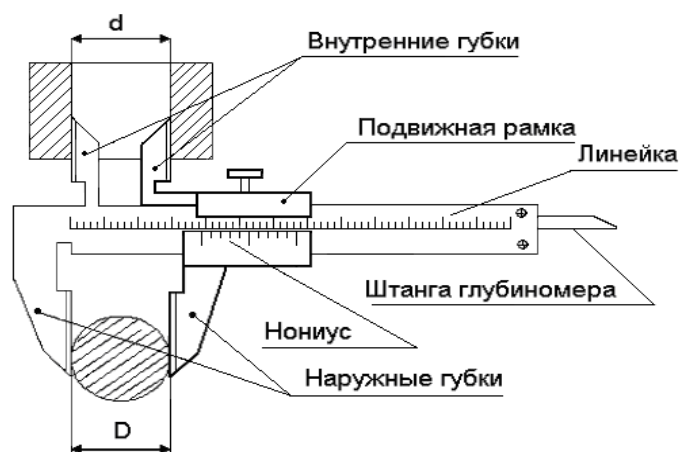


Рисунок 2.1. Штангенциркуль типа ШЦ-1.

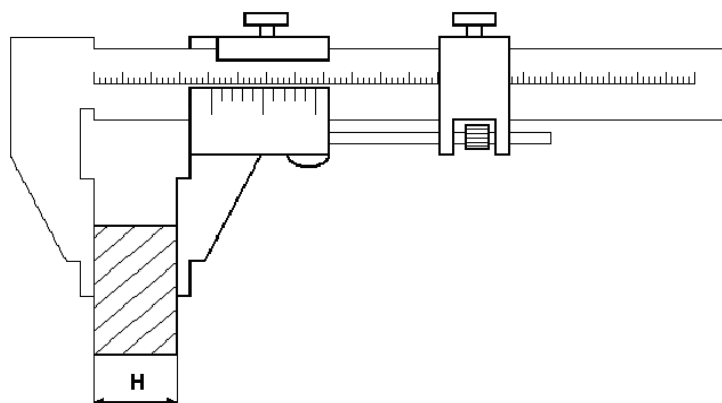


Рисунок 2.2. Штангенциркуль типа ШЦ-111.

**Штангенглубиномеры** (рис. 2.3) служат для измерения глубины канавок, выступов, пазов и т. д. Согласно ГОСТ 162 -90 они выпускаются с пределами измерений 160, 200, 250, 315, 400 мм со значениями отсчета по нониусу 0,05 мм. Пример условного обозначения: *Штангенглубиномер ШГ 250 ГОСТ 162-90* (пределы измерения 0-250 мм, точность по нониусу 0,05).

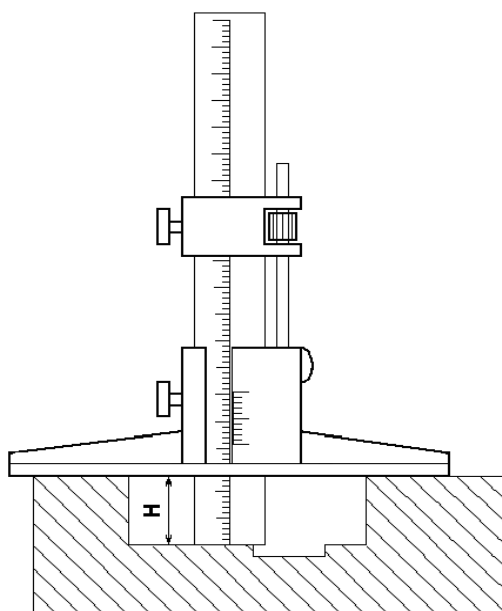


Рисунок 2.3. Штангенглубиномер

**Штангенрейсмасы** (рис. 2.4) предназначены для измерения высоты и проведения разметочных работ. Пределы измерений 0-250, 40-400, 60-630, 100-1000, 600-1600, 1500-2500 мм. Значения отсчета по нониусу — 0,05 или 0,1 мм (ГОСТ 164-90). Пример условного обозначения штангенрейсмаса с пределом измерений 0-250 мм и значением отсчета 0,05мм: *Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90*. Штангенглубиномеры и штангенрейсмасы имеют основание для установки на измеряемый объект или разметочную плиту.

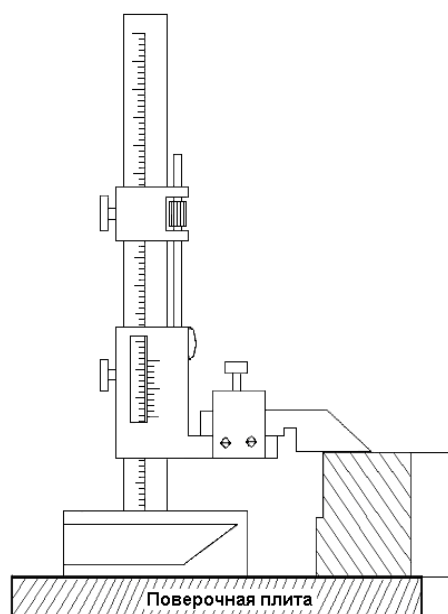


Рисунок 2.4. Штангенрейсмас

**Штангензубомеры** (рис. 2.5) применяются для измерения толщины зуба цилиндрического зубчатого колеса по постоянной хорде. Обычно штангензубомерами измеряют толщину зубьев колес больших размеров, изготовленных с невысокой степенью точности. Отечественная промышленность выпускает штангензубомеры двух типоразмеров — для колес с модулями 1-16 и 5-36мм, величиной отсчета по нониусу 0,05мм.

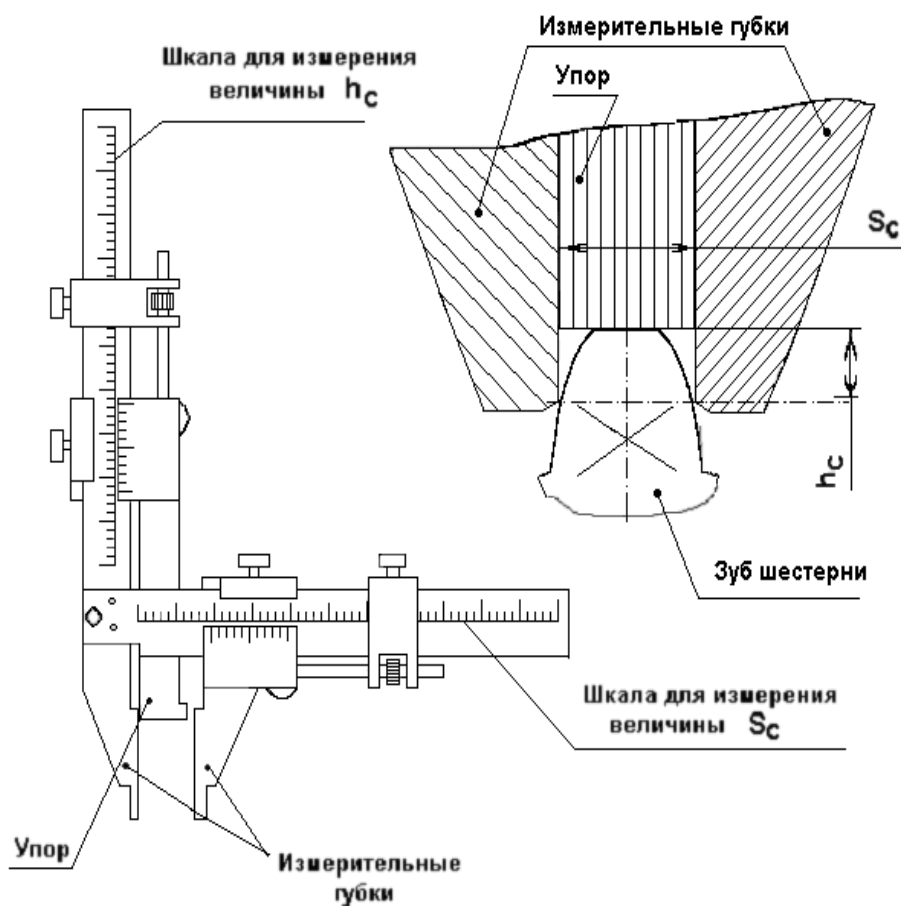
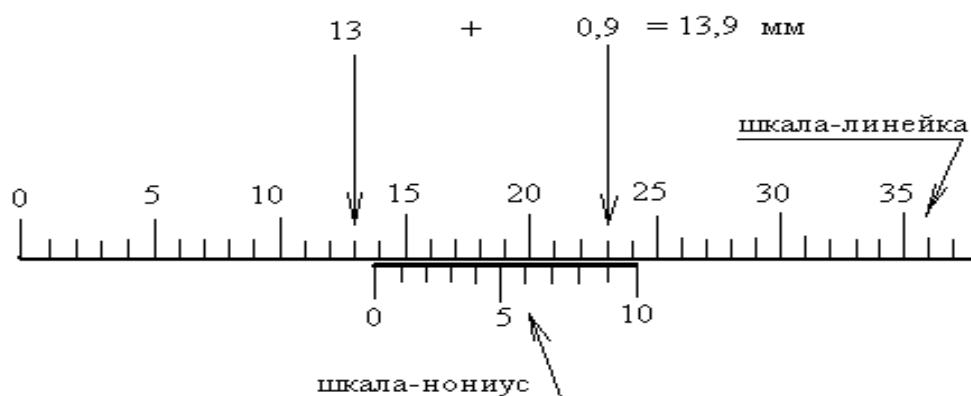


Рис. 2.5. Штангензубомер и схема измерения им

По конструкции штангензубомер значительно отличается от других инструментов в группе штангенинструментов. Особенность его заключается в том, что он как бы состоит из двух совмещенных инструментов: штангенглубиномера и штангенциркуля. Высотная линейка штангензубомера выставляется на размер подобно линейке глубиномера так, чтобы контакт измерительных губок с зубом контролируемого колеса был по делительной окружности (см. рис. 2.5). Значение толщины зуба по постоянной хорде читается во второй рамке, как на штангенциркуле. Размер хорды для всех колес с одним модулем и углом зацепления остаются постоянными независимо от числа зубьев.

## *Измерение штангенинструментами*

Для отсчета с помощью нониуса сначала определяют целое число миллиметров перед нулевым делением нониуса по основной шкале (рис.2.6). Затем добавляют к нему число долей по нониусу в соответствии с тем, какой штрих шкалы нониуса ближе к штриху основной шкалы. На рисунке 2.6 измеряемый размер равен 13мм по основной шкале плюс 0,9мм по подвижной шкале. Один интервал шкалы нониуса на рисунке составляет 0,1мм.



*Рисунок 2.6. Отсчетное устройство штангенинструментов*

При выполнении внутренних и наружных измерений нужно использовать соответствующие губки или поверхности губок инструментов. Работая со штангенциркулем ШЦ-П и штангенрейсмасом, необходимо помнить о поправках в результатах измерений, которые вносятся толщиной губок и измерительной ножки. При измерении губки штангенинструментов должны соприкасаться своими поверхностями с измеряемыми поверхностями детали без перекосов.

## *Погрешность измерения, выбор измерительных средств*

Погрешность измерения равна совокупности погрешностей средства измерения (инструментальная погрешность), метода измерения и др.

На примере штангенциркуля рассмотрим инструментальную (основную) погрешность. Инструментальные погрешности штангенинструментов происходят от неточности делений штанги и нониуса, отклонений от плоскости и параллельности измерительных поверхностей, отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей и направляющей грани штанги. Эти погрешности отдельно не

нормируются, а входят в суммарную погрешность инструмента.

ГОСТ 8.051-81 регламентирует допускаемые погрешности измерений линейных размеров до 500 мм для всех интервалов размеров и квалитетов. В зависимости от размера и точности изготовления детали (допуска) стандартом устанавливается наибольшая допустимая погрешность измерения, которая включает в себя погрешности средства измерения, установочных мер, температурных деформаций, базирования, а также случайные, неучтенные систематические погрешности измерения.

Выбор измерительных средств, в общем случае, определяется пределами измерений, допускаемыми погрешностями измерений, конструктивными особенностями измеряемых деталей, масштабом производства и др.

Нормальные условия по ГОСТ 8.050-73 (температура окружающей среды +20°C, атмосферное давление 101324,72 Па, относительная влажность окружающего воздуха 58 % и т. д.) при измерениях исключают дополнительные погрешности.

### **Последовательность выполнения работы**

1. Изучить устройство штангенинструментов (рис. 2.1-2.6). Ознакомиться с измеряемыми деталями и чертежами к ним. Для каждой детали составить схему последовательности измерения и вычертить эскиз.
2. Выбрать штангенинструменты для измерения соответствующих размеров и внести основные параметры этих инструментов в таблицу 2.1.
3. Провести троекратные измерения размеров и нанести их на эскизы.
4. Оформить отчет.

*Таблица 2.1 – Средства измерения*

Инструмент	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пример обозначения
<i>Штангенциркуль</i>	<i>ШЦЦ-1</i>	<i>0-150 мм</i>	<i>0,1 мм</i>	<i>Штангенциркуль ШЦЦ-1 0-150; 0,1 ГОСТ166-89</i>

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Средства измерения и их параметры (таблица 2.1).
3. Эскизы проверяемых деталей с указанием измеряемых размеров.
4. Выводы о годности деталей по результатам измерений размеров и указанным в чертежах допускам на их изготовление.

## Вопросы для самоподготовки

1. Объясните устройство штангенциркуля ШЦ-1.
2. Назовите штангенинструменты, применяемые в машиностроении.
3. Назовите нормальные условия окружающей среды, необходимые для линейных измерений по ГОСТ 8.050-73.
4. Установите на шкалах инструментов ШЦ-І и ШЦ-ІІ размеры 12,4 и 152,65 мм соответственно.
5. Какие измерительные средства применяются для измерения размеров внутренних поверхностей?
6. Объясните назначение штангензубомера и назовите его конструктивные особенности.
7. Как проводится выбор штангенинструмента для измерения?
8. Что называется погрешностью измерения?
9. Объясните обозначения инструментов: ШЦ-ІІ-200-0,05 ГОСТ 166-89; ШР-250-0,05 ГОСТ 164 - 90; ШГ-200ГОСТ162-90
10. Каково назначение шкалы нониуса?
11. Назовите составляющие инструментальной погрешности штангенциркуля.
12. Назовите метод измерения с помощью штангенинструментов.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МИКРОИНСТРУМЕНТАМИ**

#### **Цель работы**

Изучение устройства микроинструментов и измерение деталей с их помощью.

#### **Задание**

1. Микроинструментами измерить линейные размеры детали, указанные в рабочем чертеже.
2. По результатам измерений установить пригодность деталей.

#### **Инструменты, оборудование, условия**

микрометры зубомерные;  
гладкие микрометры;  
нутромеры микрометрические;  
глубиномеры микрометрические;  
детали;  
плиты поверочные;  
рабочие чертежи деталей.

#### **Общие положения**

Метод измерения микрометрическими инструментами прямой, абсолютный. Диапазон измерений обеспечивается измерительным перемещением микрометрического винта и составляет 25мм (0-25; 25-50; 50-75 и т. д.).

Верхний предел измеряемых величин для каждого типа микрометрического инструмента устанавливается соответствующим стандартом. Так, например, для гладкого микрометра типа МК наибольшим размером является размер 600 мм, для микрометра зубомерного типа МЗ – 300 мм, для микрометров со вставками типа МВМ – 350 мм, для глубиномера — 150 мм и т. д. Все микрометрические инструменты (кроме нутромера микрометрического) имеют трещотку — механизм, обеспечивающий определенное измерительное усилие. Погрешность измерения состоит из погрешности инструмента, погрешности

метода измерения и др. Основная погрешность (инструментальная) микрометров обычно не превышает  $\pm 5$  мкм ( $\pm 0,005$  мм). Под основной погрешностью измерительного средства понимается величина отклонения результата измерения от размера эталона, полученная при поверке инструмента. Величина отсчета инструментов составляет 0,01 мм.

**Микрометры общего назначения** подразделяются на следующие типы:

**МК** — микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий;

**МЗ** — микрометры зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес;

**МТ** — микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

**МП** — микрометры для проволоки.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25-50 мм 1-го класса точности: *Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507-90*.

**Микрометры со вставками** используются для специальных измерений и по ГОСТ 4380 — 86 подразделяются на:

**МВМ** микрометры со вставками для измерения среднего диаметра метрических и дюймовых резьб;

**МВТ** — для измерения среднего диаметра трапецеидальных резьб;

**МВП** — с плоскими вставками для измерений деталей из мягких материалов.

Пример условного обозначения резьбового микрометра с диапазоном измерений 0-25 мм: *Микрометр МВМ 0-25 ГОСТ 4380-93*.

**Глубиномеры микрометрические** (ГОСТ 7470-92) изготавливаются 1-го и 2-го классов точности с диапазонами измерений 0-100, 0-150 мм.

Диапазоны измерений обеспечиваются набором сменных измерительных стержней (рис. 3.3). Пример условного обозначения глубиномера микрометрического с диапазоном измерений 0-100 мм: *Глубиномер ГМ 100 ГОСТ 7470-92*.

**Микрометрические нутромеры** (ГОСТ 10 — 88) выпускаются с пределами измерения 0-75; 75-175; 75-600; 150-1250; 600-2500; 1250-4000; 2500-6000 мм. Диапазон измерений достигается за счет сменных удлинительных стержней. Нутромер микрометрический с верхним пределом измерений 175 мм обозначается следующим образом: *Нутромер НМ 175 ГОСТ 10-88*.



На рисунках 3.1–3.4 показаны микрометрические инструменты.

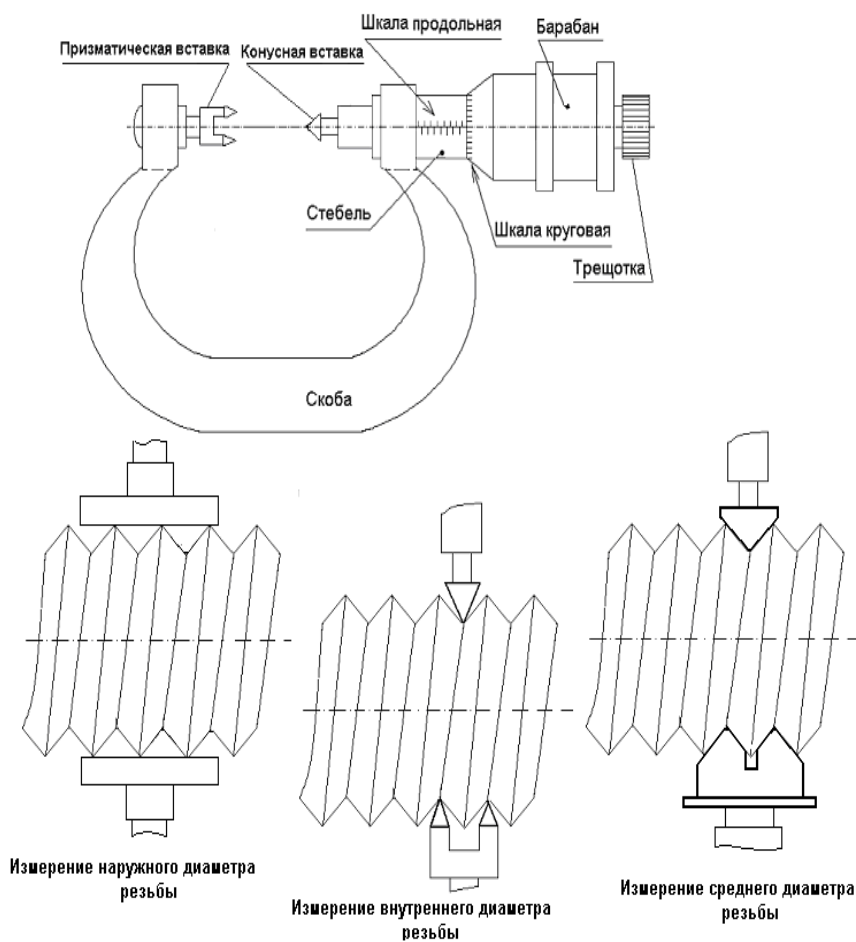


Рисунок 3.1. Микрометр зубомерный

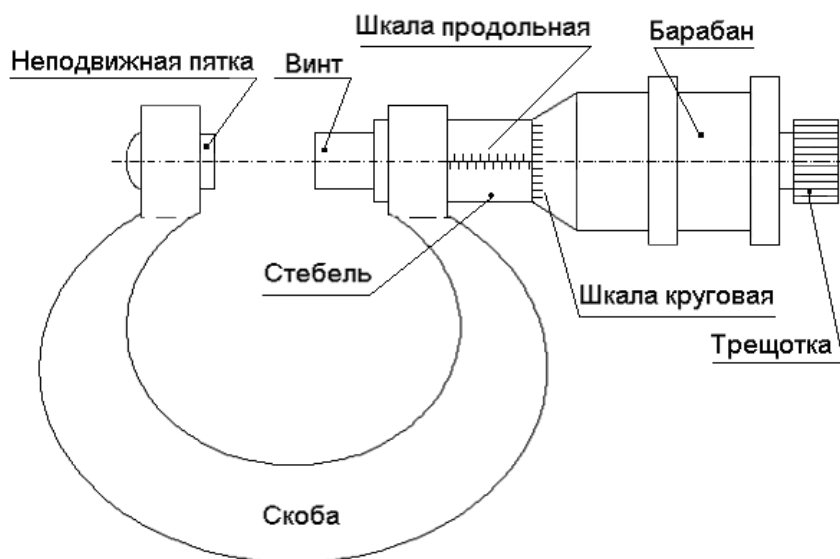


Рисунок 3.2. Гладкий микрометр

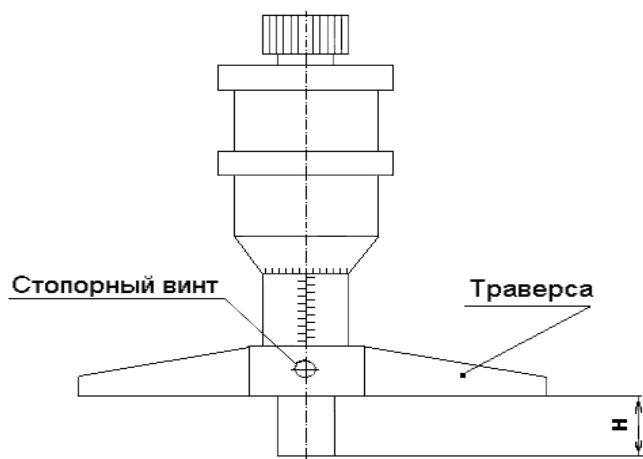


Рисунок 3.3. Микрометрический глубиномер.

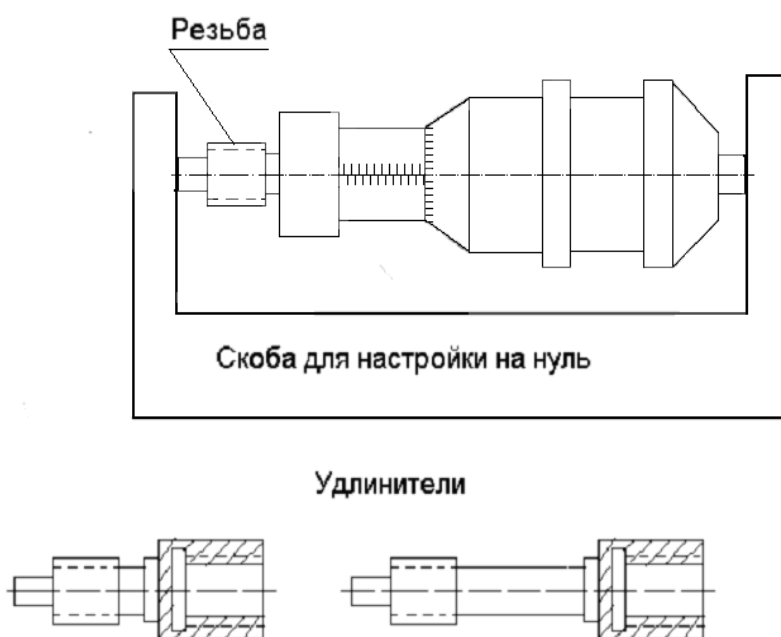


Рисунок 3.4. Микрометрический нутромер.

### ***Устройство и пользование микрометрическими инструментами***

Общими элементами микрометрических инструментов являются: стебель с линейной шкалой, микрометрический винт с трещоткой и стопорным устройством, барабан с круговой шкалой (рис 3.5).

Цена деления круговой шкалы определяется отношением шага резьбы микрометрического винта (0,5мм) к числу делений (50 делений) и равна 0,01мм. Цена деления и диапазон измерений указываются на лицевой стороне инструмента.

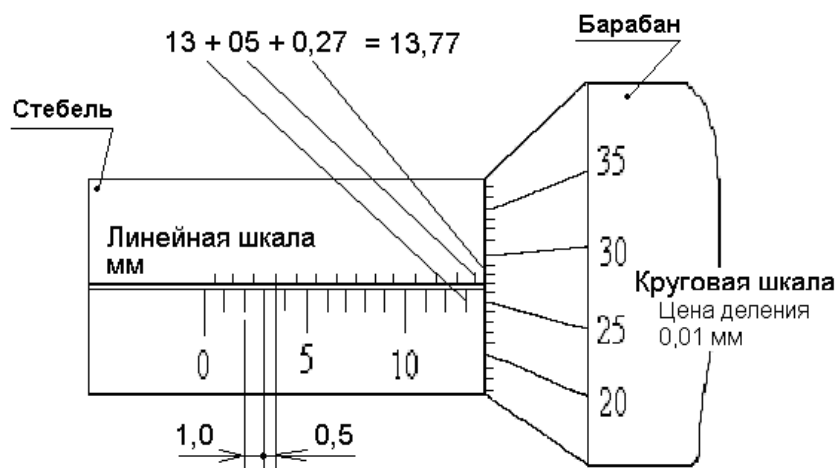


Рисунок 3.5. Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Микрометрический инструмент выбирают по типу (в зависимости от объекта измерения), по пределам измерения и классу точности в зависимости от размера и допустимой погрешности измерения по ГОСТ 8.051-81.

**Перед началом измерений микрометром типа МК** с пределом измерения до 25 мм требуется проверить установку его в нулевое положение. Для этого необходимо выполнить следующие действия: протереть бумагой или мягкой тканью измерительные поверхности пятки и микровинта (см. рис.3.2); вращением микрометрического винта с помощью трещотки довести измерительные поверхности до соприкосновения. При этом скошенный край барабана должен установиться так, чтобы был виден нулевой штрих продольной (миллиметровой) шкалы, а нулевое деление круговой шкалы было расположено против продольного штриха стебля. Если такое расположение штрихов не соблюдается, то микрометрический инструмент нужно настроить (установить его на нуль), в противном случае его показания будут неверны

Гладкие микрометры с диапазоном измерений 25-50 мм, 50-75 мм, 75-100 мм и др. настраиваются на нуль аналогично, но при этом используется установочная мера, равная нижнему пределу измерения микрометра – 25, 50, 75 мм и др. соответственно. После соприкосновения измерительных поверхностей микрометра с установочной мерой нулевой штрих круговой шкалы барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля. Установочные меры поставляются в комплекте с микрометрами.

Микрометрический глубиномер с диапазоном измерений 0-25 мм устанавливается на нуль с использованием поверочной плиты. Барабан глубиномера вывертывается до полного утопления измерительного

стержня микровинта в отверстии основания. Затем основание инструмента плотно прижимается к плите и вращением за трещотку микровинт возвращается до соприкосновения измерительной поверхности стержня с поверхностью плиты. Стопором фиксируется положение микровинта. Это и есть нулевое положение, при котором штрих нулевого деления круговой шкалы барабана должен быть расположен против продольного штриха стебля. В противном случае глубиномер необходимо установить на нуль. Последовательность действий при установке на нуль аналогична настройке гладкого микрометра. Обратим внимание на порядок цифр шкалы стебля и круговой шкалы барабана глубиномера. Расположение цифр шкал глубиномера и гладкого микрометра противоположно. Такая их организация улучшает процесс измерения.

Порядок настройки глубиномеров с большими значениями измеряемой величины (50-75; 75-100мм) не отличается от порядка настройки глубиномера 0-25мм. Увеличение предела измерений инструментов достигается применением сменных (дополнительных) измерительных стержней. Кроме сменных стержней, к таким инструментам прилагаются установочные меры, которые представляют собой втулки определенной длины — 50, 75, 100 мм.

Настройка на нуль резьбового микрометра аналогична настройке гладкого микрометра, но для резьбового микрометра необходимо предварительно выбрать вставки в зависимости от шага и типа резьбы (призматическая вставка устанавливается в отверстие пятки, конусная — в отверстие микровинта) (рис. 3.1). Особенность установки на нуль резьбового микрометра с пределами измерения 25-50мм заключается в том, что она проводится с использованием специальной меры и перемещением положения пятки инструмента относительно микровинта.

Микрометрический нутромер установить на нуль можно с помощью концевых мер длины или специальной скобы, прилагаемой к инструменту (рис. 3.4). На головку нутромера навинчивается такой удлинитель, чтобы длина нутромера соответствовала размеру скобы.

Нужно нутромер поместить между измерительными поверхностями скобы и вращением барабана довести его измерительные поверхности до соприкосновения с поверхностями скобы. Застопорить микровинт, проверить появление нуля продольной шкалы и совпадение нулевого штриха круговой шкалы с продольным штрихом стебля. При несовпадении установка "на нуль" проводится так же, как и для гладкого микрометра.

После настройки микрометрического инструмента на нуль можно проводить измерения. Для облегчения работы необходимо использовать

стойки, штативы и другие приспособления для крепления измерительных инструментов и деталей. Во время измерений относительные перекосы измерительных поверхностей должны быть исключены. Совмещение измерительных поверхностей микрометров осуществляется аккуратным вращением микровинта за трещотку до трех щелчков. Вращение за барабан противопоказано во избежание сбоя настройки (кроме микрометрического нутромера, который не имеет трещотки).

При определении размеров заданной цилиндрической поверхности (по указанию преподавателя) измерение нужно произвести в трех сечениях и в каждом сечении в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

### **Последовательность выполнения работы**

1. Изучить устройство микроинструментов (рис. 3.1-3.5). Ознакомиться с измеряемыми деталями и чертежами к ним. Для каждой детали составить схему последовательности измерения и вычертить эскиз.

2. Выбрать микроинструменты для измерения соответствующих размеров и внести основные параметры этих инструментов в таблицу 3.1.

3. Провести троекратные измерения размеров и нанести их на эскизы.

4. Оформить отчет.

*Таблица 3.1 – Средства измерения*

Инструмент	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пример обозначения
<i>Микрометр</i>	<i>МК</i>	<i>0-50 мм</i>	<i>0,1 мм</i>	<i>Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507-90</i>

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Средства измерения и их параметры (табл. 3.1).
3. Эскизы проверяемых деталей с указанием измеряемых размеров.
4. Выводы о годности деталей по результатам измерений размеров и указанным в чертежах допускам на их изготовление.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Назовите микрометрические инструменты, применяемые в машиностроении.
2. Назовите основные узлы микрометра.

3. Установите гладкий микрометр на нуль.
4. Установите на шкале микрометра последовательно несколько размеров: 5,41; 5,92; 10,12; 15,32 мм.
5. Перечислите метрологические показатели микрометра.
6. Приведите пример обозначения гладкого микрометра 1-го класса точности с пределами измерения от 0 до 25 мм.
7. Объясните обозначение микрометра МК-175-2 ГОСТ 6507 — 90.
8. Укажите применение инструмента НМ-175 ГОСТ 10 — 88.
9. Установите микрометрический глубиномер ГМ-50 ГОСТ 7470 — 92 на нуль.
10. В чем различия гладкого и резьбового микрометров?
11. Каков порядок выбора инструментов?
12. Укажите последовательность установки резьбового микрометра на нуль.
13. Назовите метод измерения с помощью микрометрических инструментов.
14. Что понимают под точностью микрометрических измерений?
15. Что называется ценой деления шкалы микрометра?
16. Чем ограничивается диапазон измерения микрометрических инструментов?
17. Относится ли гладкий микрометр к универсальным инструментам?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ**

#### **Цель работы**

Изучение устройства механических измерительных приборов, приобретение навыков измерений относительным методом и определение формы внутренних цилиндрических поверхностей.

#### **Задание**

1. Относительным методом с помощью индикаторного нутромера измерить размер отверстия.
2. Определить форму внутренней поверхности цилиндра и предельные значения отклонений.
3. По результатам измерений и данным рабочего чертежа установить пригодность цилиндра.

#### **Приборы и инструменты**

Цилиндры и их рабочие чертежи;  
плоскопараллельные концевые меры длины, ГОСТ 9038 — 90;  
рычажный микрометр, ГОСТ 4381 — 87;  
индикатор часового типа, ГОСТ 15593 — 70;  
нутромер индикаторный с ценой деления 0,01 мм, ГОСТ 868 — 82;  
принадлежности к концевым мерам длины, ГОСТ 4119 — 76;  
стойки и штативы.

#### **Общие положения**

Плоскопараллельные концевые меры длины или плитки (ГОСТ 9038-73) представляют собой стальные закаленные параллелепипеды, у которых две противоположные грани расположены на исключительно точном расстоянии и обработаны с наименьшими возможными шероховатостью, погрешностью формы и отклонениями от параллельности. Рабочим измерительным размером плитки является ее срединная длина.

Выпускают наборы плиток с разным их количеством и точностью изготовления. По точности изготовления плитки подразделяют на шесть классов (в порядке убывания точности) 00, 01, 0, 1, 2, 3.

Периодически плитки поверяются и по результатам проверок их разделяют на пять разрядов (в порядке убывания точности) 1, 2, 3, 4, 5.

Аттестация по разрядам способствует повышению точности плиток, т.к. в процессе эксплуатации точность может изменяться.

Плоскопараллельные концевые меры длины являются основным средством обеспечения единства мер в машиностроении, они служат для передачи линейных размеров от эталона до изделий в производстве, применяются для градуировки измерительных приборов и инструментов, а также для точных измерений на высокоточном измерительном оборудовании.

Плитки, аттестованные как плитки наивысшей точности, имеются только в поверочных лабораториях Госстандарта России. Передача точного размера заключается в том, что периодически с плитками первого разряда сравнивают плитки второго разряда, с плитками второго разряда сравнивают плитки третьего разряда и т.д. С помощью плиток с определенной периодичностью на предприятиях проверяют все измерительные приборы. Результаты проверок вносят в паспорта, заведенные на все измерительные инструменты.

Для получения заданных размеров из плиток составляются блоки (не более четырех плиток) путем взаимной притирки. Плотно притертые плитки за счет сил межмолекулярного сцепления сцепляются настолько надежно, что разобрать их можно только, сдвигая друг относительно друга. На рис. 4.1. показан блок, составленный на размер 165мм.

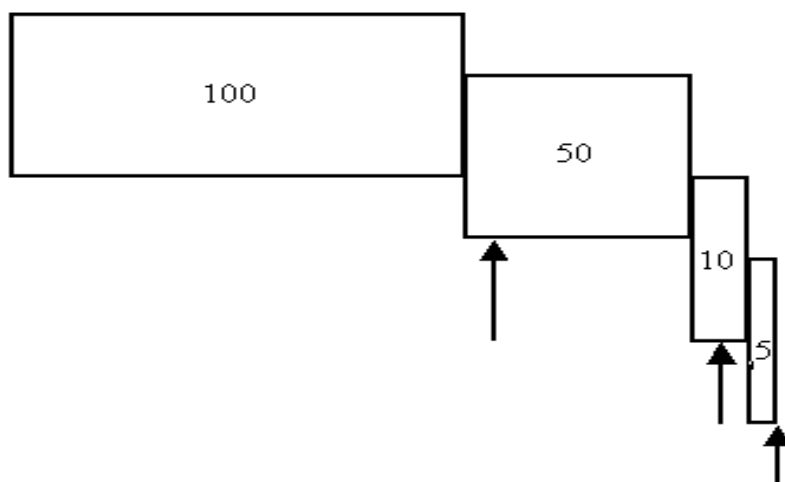


Рисунок 4.1. Блок из четырех плиток на размер 165 мм

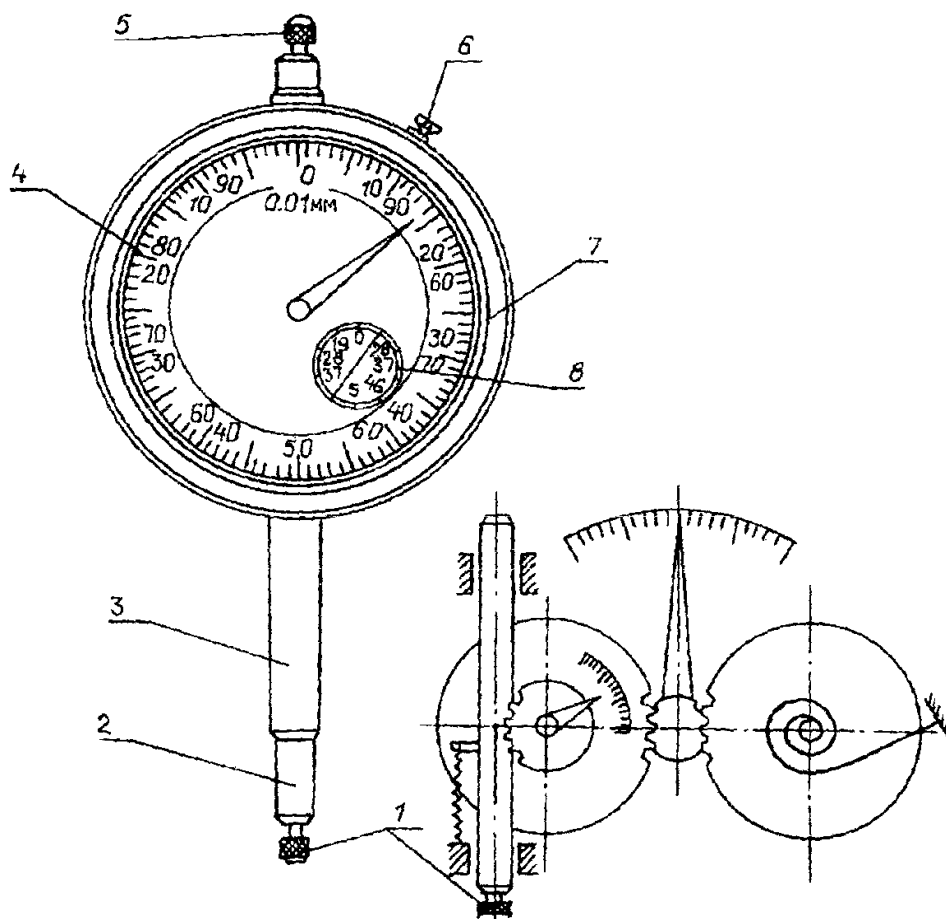


Для настройки инструмента на измерения высоты или глубины пазов, внутренних диаметров и других внутренних размеров (нутромеры, глубиномеры и т.д.) блоки плиток помещают в боковики, струбцины, центры.

### *Рычажно-механические измерительные приборы*

К рычажно-механическим приборам относятся индикаторы, рычажные скобы, индикаторные нутромеры, миниметры, измерительные головки и т.д. Эти приборы имеют высокий уровень точности благодаря передаточным механизмам различной конструкции.

**Индикаторные головки** бывают рычажные, рычажно-винтовые, рычажно-пружинные, рычажно-зубчатые и зубчатые. Наибольшее применение имеют зубчатые индикаторные головки это приборы часового типа, имеющие зубчатые передаточные механизмы от измерительного стержня до указательной стрелки (рис. 4.2).



*Рисунок 4.3 Кинематическая схема передаточного механизма индикатора*  
 1 — наконечник; 2 — измерительный стержень; 3 — гильза; 4 — циферблат;  
 5 — головка измерительного стержня; 6 — стопорный винт; 7 — ободок;  
 8 — указатель числа оборотов.

Погрешности индикаторов часового типа составляют от  $\pm 4,5$  до  $\pm 26$  мкм и выпускают их двух классов точности (0 и 1) по ГОСТ 577-68.

**Индикаторные нутромеры** (рис. 4.3) предназначены для относительных измерений отверстий от 3 до 1000 мм. Индикатор 14 установлен в корпусе, на конце которого помещена измерительная головка со сменными измерительными вставками. Установка нутромера на нуль осуществляется по блоку концевых мер 6 с боковиками 3, которые зажимаются в державке 5 винтом 4. Цена деления, пределы измерений, глубина измерения варьируются в зависимости от точности изготовления прибора и размеров измеряемого отверстия.

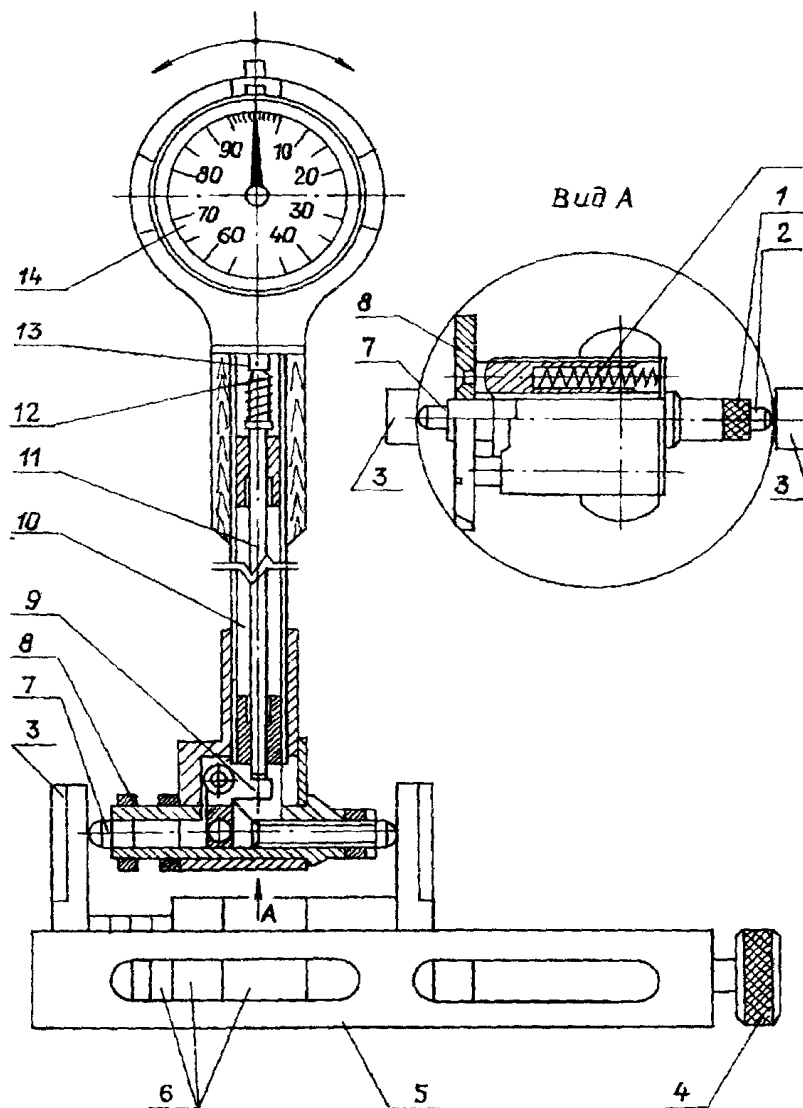


Рисунок 4.3. Индикаторный нутромер

1- гайка; 2 — неподвижный стержень; 3 — боковики; 4 — винт; 5-державка; 6 — концевые меры длины; 7 — подвижный измерительный стержень; 8 — центрирующий мостик; 9 - двуплечий рычаг; 10 - корпус; 11 — вертикальный шток; 12 - пружина; 13 — наконечник индикатора, 14- индикатор; 15 — пружины центрирующего мостика.

**Рычажные микрометры** (рис. 4.4) предназначены для относительных измерений наружных размеров, имеют чувствительную пятку 2, которая, перемещаясь, воздействует через рычаг на зубчатый сектор, связанный со стрелкой.

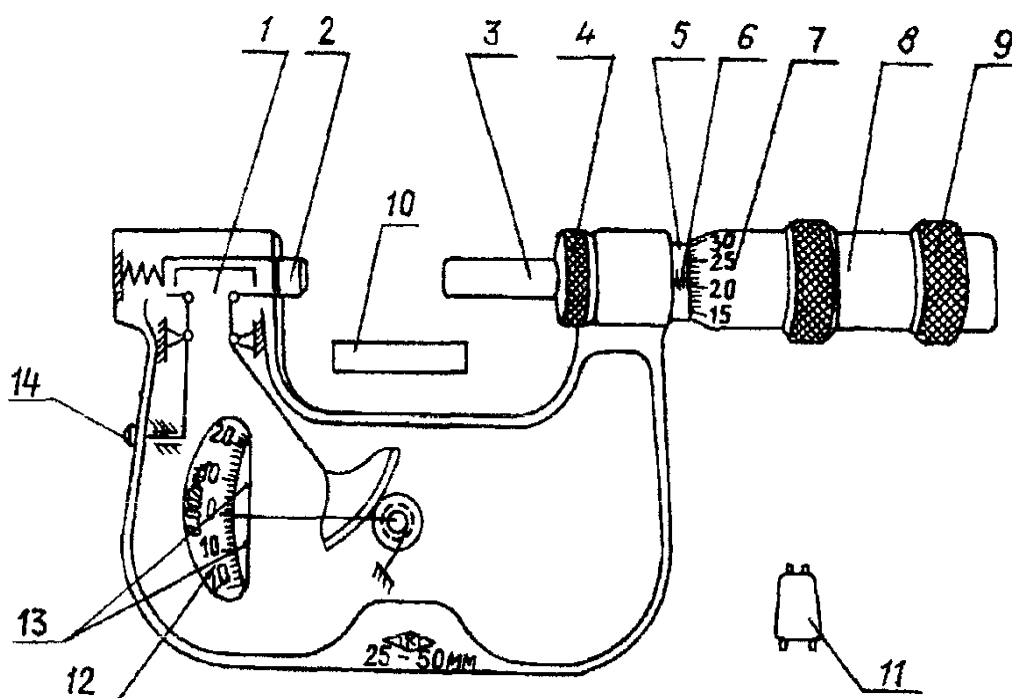


Рисунок 4.4. Рычажный микрометр:

1 — скоба (основание); 2 — пятка подвижная; 3 — винт микрометрический; 4 — гайка стопорная (левая резьба); 5 — стебель, 6 — шкала стебля; 7 — круговая шкала; 8 — барабан; 9 — гайка барабана; 10 — мера установочная; 11 — ключ, 12 — отсчетное устройство; 13 — указатели шкалы; 14 — кнопка перемещения пятки.

При измерении рычажным микрометром относительным методом (при наличии большой партии одинаковых изделий) с помощью концевых мер настраивают его на номинальный размер, гайкой 4 стопорят микровинт и выводят блок концевых мер. Затем выставляют относительно нулевого штриха шкалы 12 указателями 13 пределы поля допуска, для чего отворачивают колпачок измерительной головки малым разводом ключа 11 и перемещают левый указатель относительно правого, затем фиксируют поле допуска большим разводом ключа.

**Рычажно-зубчатые измерительные головки** (рис. 4.5) отличаются от индикаторов часового типа тем, что у них наряду с зубчатой передачей имеется рычажная система, которая позволяет увеличить передаточное число механизма. Цена деления шкалы от 0,01 мм (модель 2-ГРЗ) до 0,001 мм (модель 1-МКМ), пределы измерения от  $\pm 0,25$  мм до  $\pm 0,05$  мм.

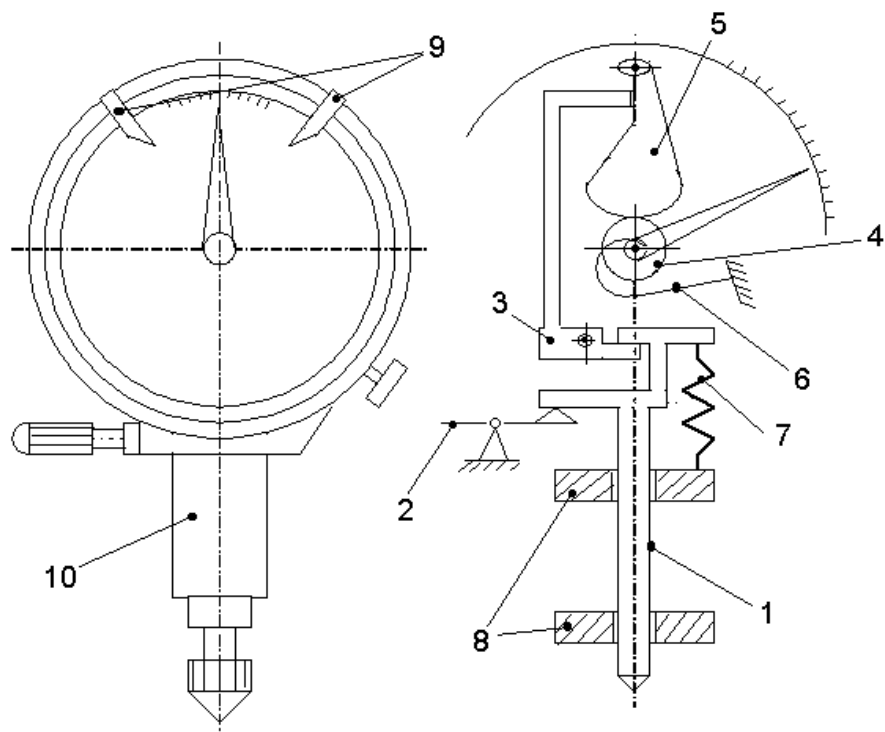


Рисунок 4.5. Рычажно-зубчатая измерительная головка типа 1-МКМ:  
 1-измерительный стержень; 2-рычажок; 3-рычаг двуплечий; 4-колесо зубчатое; 5-рычаг-сектор; 6-спиральная пружина; 7-пружина; 8- направляющие втулки; 9-указатели допуска; 10-втулка.

При перемещении измерительного стержня 1 в направляющих втулках 8 двуплечий рычаг 3, поворачиваясь вокруг своей оси, воздействует на зубчатый сектор 5, который входит в зацепление с зубчатым колесом 4. С зубчатым колесом связана стрелка. Спиральная пружина 6 выбирает зазор, а пружина 7 создает измерительное усилие. Рычажок 2 служит для арретирования измерительного стержня. Шкала снабжена двумя переставляемыми указателями допуска. Головка крепится к стойке за втулку 10.

**Пружинные измерительные головки** Микрокаторы, микаторы, миникаторы работают на принципе использования упругих свойств плоской скрученной ленты – пружины. Если такую ленту закрепить по концам, то при ее растягивании, под действием измерительного стержня 8, средняя ее часть будет раскручиваться и поворачивать стрелку 4 прибора. На рис. 4.6, 4.7 показаны общий вид и схема работы измерительной пружинной головки — микрокатора типа ИГП. Микрокаторы выпускают с ценой деления шкалы: 0,0001; 0,0002; 0,0005; 0,001; 0,002; 0,005; 0,010 мм с пределами измерения по шкале  $\pm 0,004 \dots \pm 0,30$  мм. Допускаемая погрешность в пределах всей шкалы от  $\pm 0,15$  до  $\pm 5$  мкм

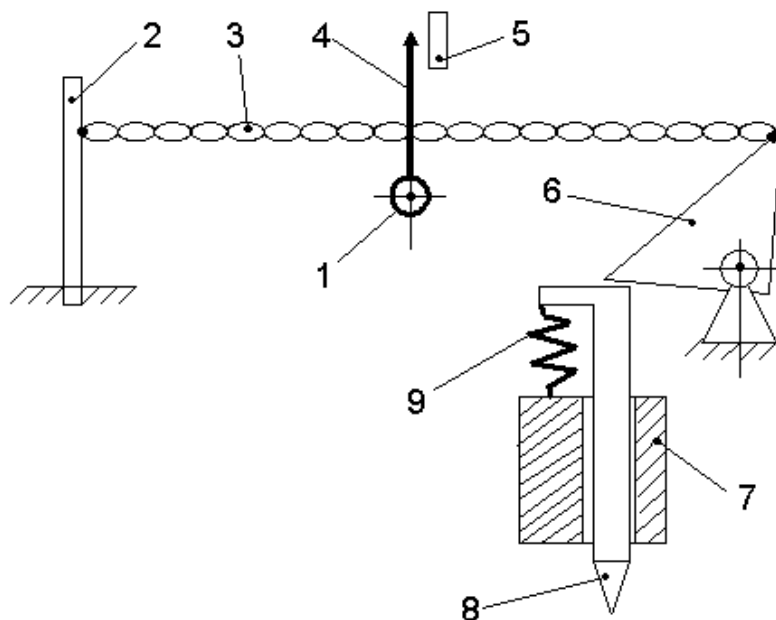


Рисунок 4.6. Кинематическая схема микрометра типа ИГП:  
 1 – противовес стрелки; 2 – плоская пружина; 3 – бронзовая пружинная лента;  
 4 – стрелка; 5 – шкала; 6 – пружинный угольник; 7 – направляющая втулка;  
 8 – измерительный стержень; 9 – пружина

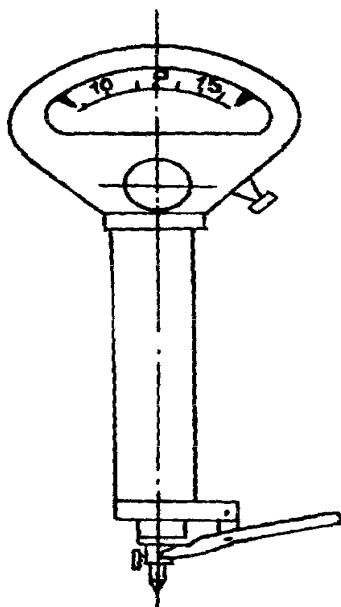


Рисунок 4.7. Внешний вид микрометра типа ИГП

Микрометры и миниметры имеют такой же пружинный механизм, как и микрометры. Микрометры в зависимости от типа имеют цену деления шкалы от 0,0002 до 0,002мм и пределы измерения по шкале от  $\pm 0,010$  до  $\pm 0,100$ мм. Миниметры имеют цену деления шкалы 0,001 и 0,002мм и пределы измерения по шкале  $\pm 0,04$  и  $\pm 0,08$ мм.

## Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с концевыми мерами длины.
2. Изучить устройство механических измерительных приборов.
3. Ознакомиться с чертежами измеряемых деталей.
4. Составить эскизы измеряемых деталей.
5. Выбрать необходимое оборудование и принадлежности.
6. Выбрать измерительные приборы и с помощью концевых мер длины установить их на нуль.
7. Измерить указанные в чертежах размеры и определить отклонения формы цилиндрической поверхности.
8. Оформить отчет.

## Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание и метрологические показатели используемых приборов в табл. 4.1.
3. Эскизы деталей с указанием размеров, допусков и отклонений формы цилиндрической поверхности.
4. Анализ результатов измерений и определение степени точности детали по отклонению формы цилиндрической поверхности СТ СЭВ 636- 77, ГОСТ 24643-81.
5. Выводы. Заключение о годности контролируемых деталей по точности изготовления размеров и формы. Контролируемая деталь считается годной, если размеры, измеренные во всех ее сечениях и направлениях, не выходят за пределы допустимых.

Таблица 4.1 – Средства измерения

Инструмент	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пример обозначения
<i>Нутромер индикаторный</i>	<i>НИ</i>	<i>50-100 мм</i>	<i>0,01 мм</i>	<i>Нутромер индикаторный НИ-50-100-0,01 ГОСТ 868-82</i>

## Вопросы для самоподготовки

1. Объясните устройство индикатора часового типа.
2. Назовите механические измерительные приборы, применяемые в производстве и в лабораторной работе.
3. Назовите методы измерения, используемые в данной работе.

4. Объясните устройство и назначение индикаторного нутромера.
5. В чем заключается настройка нутромера на условный нуль?
6. Каково назначение плоскопараллельных мер длины?
7. Объясните порядок набора блока концевых мер длины необходимого размера. Пример.
8. Как осуществляется регулировка пределов измерения индикаторным нутромером?
9. Назовите последовательно все этапы настройки и измерения с помощью индикаторного нутромера. С какой целью выполняют колебания нутромера (при измерении) в вертикальной плоскости?
10. Назовите метрологические показатели рычажного микрометра, индикатора часового типа, нутромера.
11. Объясните условные обозначения измерительных средств: МР-25 ГОСТ 4381-87; МРИ 400-0.01 ГОСТ 4381-87; НИ 50-100-1 ГОСТ 868-82; ИЧ 10 кл. 1. ГОСТ 577-68.
12. Укажите область применения индикатора часового типа.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ШАБЛОНЫ И КАЛИБРЫ

### Цель работы

Изучение устройства шаблонов и калибров и измерение деталей с их помощью.

### Задание:

1. Подобрать шаблоны для контроля окружностей и резьб и установить размеры радиусов и резьб заданных деталей.
2. По результатам измерений установить пригодность деталей.

### Инструменты, оборудование, условия:

наборы шаблонов окружностей;  
наборы шаблонов профиля метрических резьб;  
наборы щупов;  
наборы калибров;  
детали;  
рабочие чертежи деталей.

### Общие положения

Калибрами называют бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей, они разделяются на предельные и нормальные.

**Нормальные калибры** это точные шаблоны, которые служат для контроля сложных профилей, например эвольвентных, сферических, резьбовых и т.д. О годности судят по равномерности зазора между проверяемым профилем и рабочим профилем нормального калибра (5.1, 5.2). Точность проверяемого профиля плоскости проверяют по просвету на глаз или с помощью щупов, в последнем случае имеется возможность оценить отклонение от формы проверяемой поверхности в численном выражении. Набор щупов показан на рисунке 5.3.

**Предельные калибры** позволяют установить, находится ли проверяемый размер в пределах допуска.

Предельные калибры используют для проверки размеров гладких



цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, высоты выступов и глубины впадин, если на проверяемые размеры установлены допуски не точнее шестого квалитета.

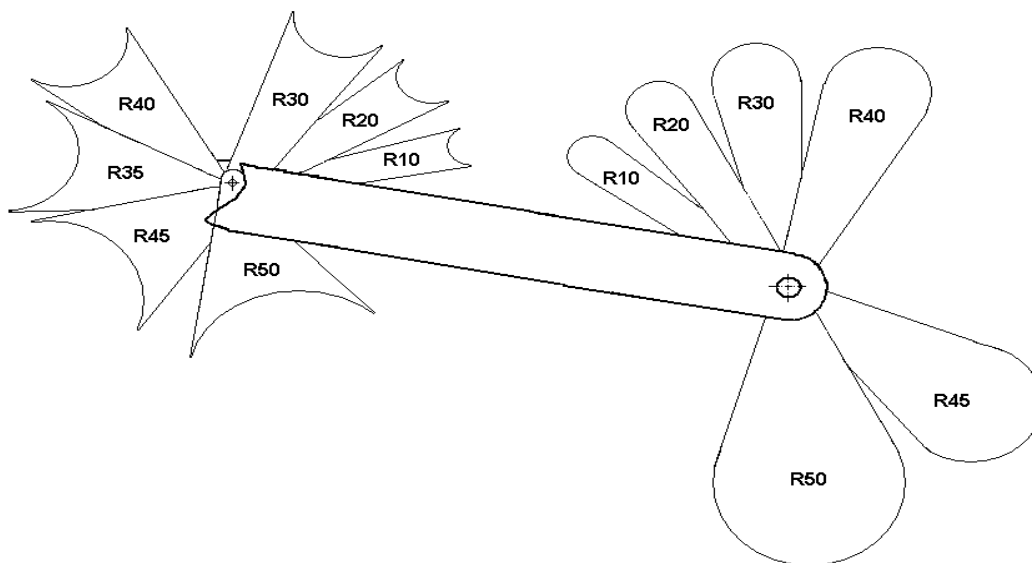


Рисунок 5.1. Комплект шаблонов-радиусомеров

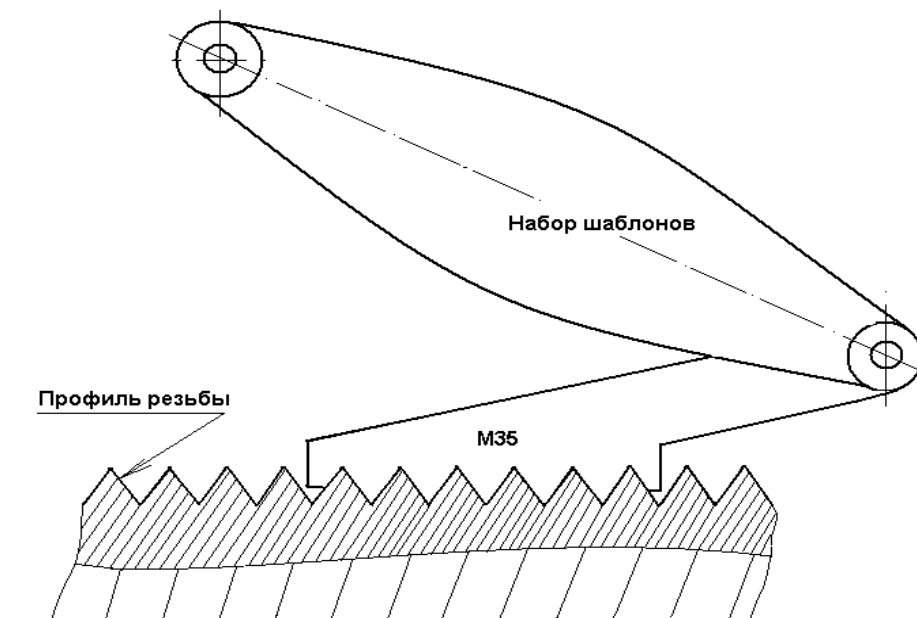


Рисунок 5.2. Схема проведения проверки профиля резьбы шаблоном

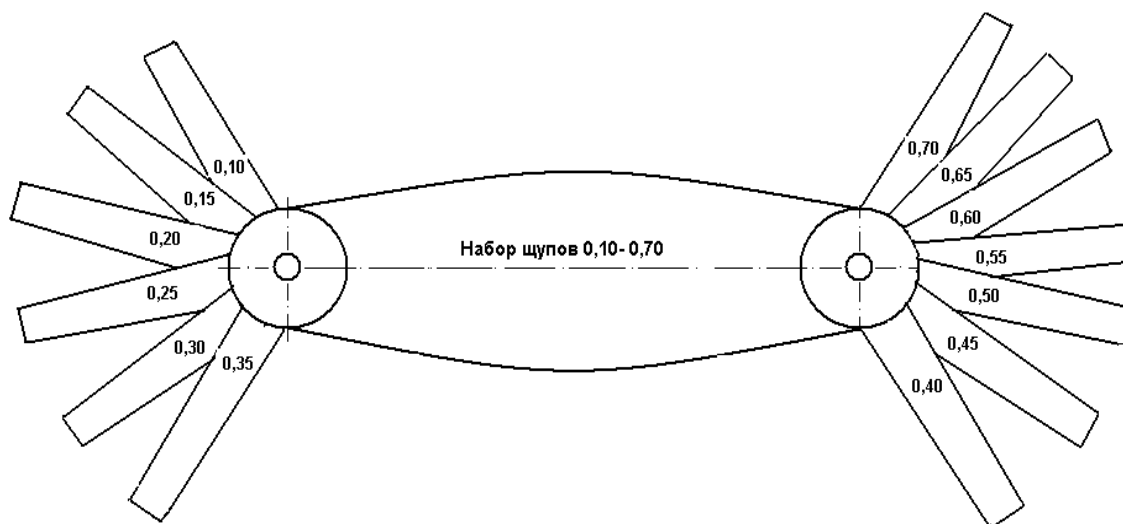


Рисунок 5.3. Набор щупов для измерения зазоров

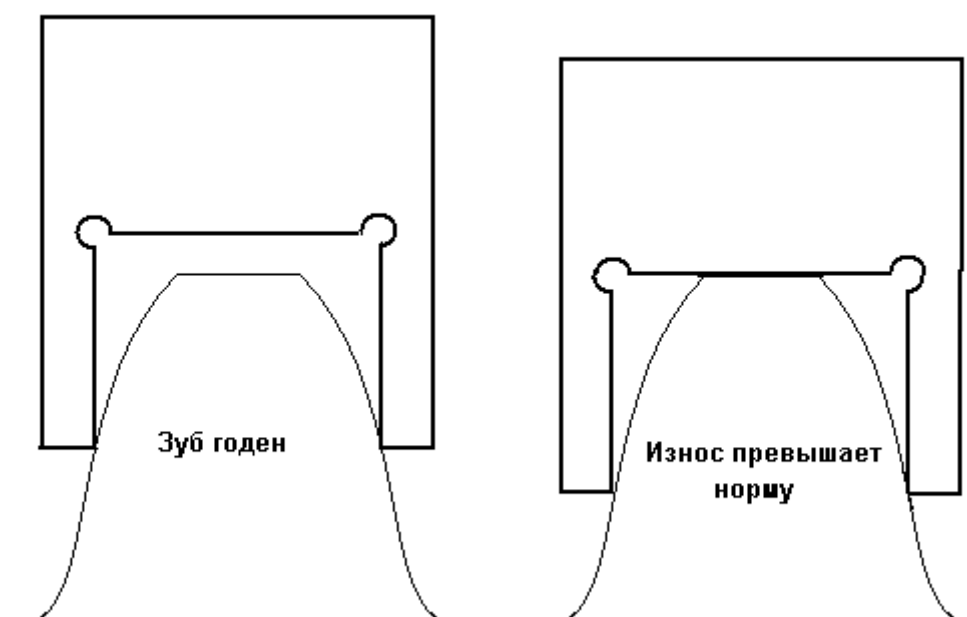


Рисунок 5.4. Шаблон для выбраковки зубьев шестерни по толщине

Наиболее часто предельные калибры используют для контроля цилиндрических валов и отверстий. Валы проверяют калибрами-скобами, а отверстия - калибрами-пробками (рис. 5.5, 5.6).

Калибры имеют по две измерительные поверхности. При контроле валов годными оказываются валы, которые проходят в больший раствор губок скобы, (этот раствор называют проходным –  $ПР=d_{max}$ ) но не проходят в меньший раствор губок (этот раствор называют непроходным –  $НЕ=d_{min}$ ). При контроле отверстий годными считаются отверстия, в которые проходит вставка  $ПР=D_{min}$  и не проходит вставка  $НЕ=D_{max}$ . Таким образом, стороны калибров делятся на проходные и непроходные.

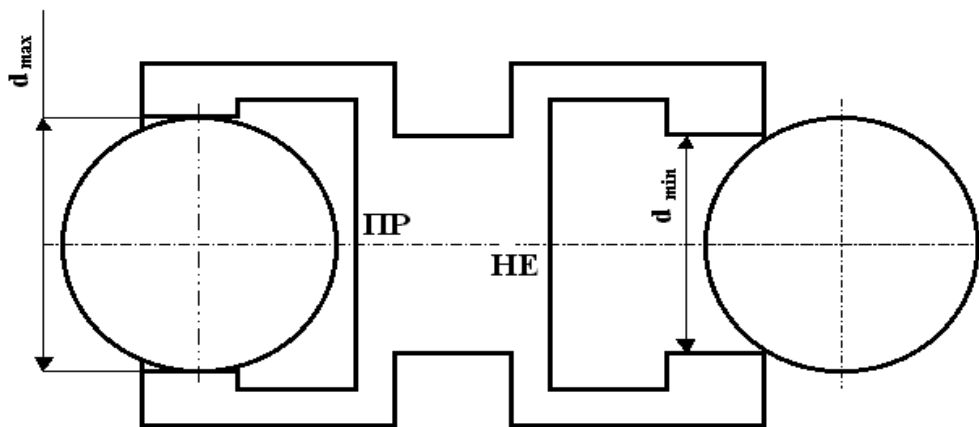


Рисунок 5.5. Схема измерения вала калибром-скобой

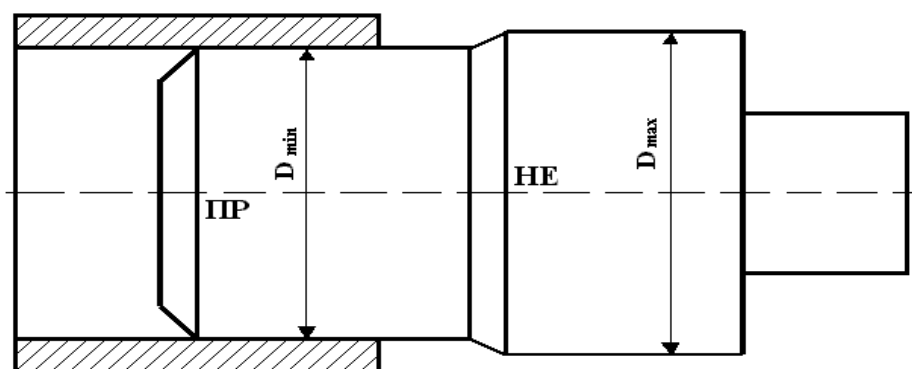


Рисунок 5.6. Схема измерения отверстия калибром-пробкой

Калибры бывают односторонними и двухсторонними, цельными и регулируемыми. Цельные калибры являются более точными. Регулируемые калибры применяются для контроля размеров с допусками не точнее восьмого квалитета. Односторонние калибры позволяют проводить измерение быстрее и изготавливаются проще.

По назначению калибры разделяют на рабочие, приемные и контрольные.

Рабочие калибры предназначены для контроля деталей в процессе их изготовления, ими пользуются рабочие и контролеры ОТК.

Приемные калибры применяют для приемки деталей представители заказчика – такие калибры стандартом не предусмотрены, но могут вводиться в отраслевые нормы.

Контрольные калибры служат для контроля износа рабочих калибров.

Калибры изготавливают из инструментальных сталей, иногда применяют твердосплавные материалы, которые увеличивают период работы калибров в 50-150 раз.

## Последовательность выполнения работы

1. Изучить устройство шаблонов и калибров (рис. 5.1-5.6). Ознакомиться с измеряемыми деталями и чертежами к ним. Для каждой детали составить схему последовательности контроля размеров и вычертить эскиз.

2. Выбрать шаблоны и калибры для контроля соответствующих размеров и внести основные параметры этих инструментов в таблицу 5.1.

3. Провести трехкратные проверки размеров и нанести их на эскизы.

4. Оформить отчет.

Таблица 5.1 – Средства измерения

Инструмент	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пример обозначения
Калибр	Проходной	200,028 <sup>-0,0045</sup>	-	К <sup>○</sup> ПР-200,028 <sup>-0,0045</sup> ГОСТ21401-75

## Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Средства измерения и их параметры (табл. 5.1).
3. Эскизы проверяемых деталей с указанием измеряемых размеров.
4. Выводы о годности деталей по результатам контроля размеров и указанным в чертежах допускам на их изготовление.

## Вопросы для самоподготовки

1. Изложите основные сведения о концевых мерах.
2. Какие калибры называются предельными?
3. Какие калибры называются нормальными?
4. К каким измерительным средствам относятся калибры?
5. Основные достоинства и недостатки калибров.
6. Какие требования предъявляются к конструкции и материалам калибров?
7. Достоинства и недостатки предельных калибров с регулируемыми измерительными поверхностями.
8. Достоинства и недостатки шаблонов.
9. Принцип проверки деталей шаблонами.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### РЕЗИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### Цель работы

Ознакомиться с резиновыми материалами, их свойствами, областью применения в машиностроении, методами испытания.

#### Задание

1. Изучить основу классификации резиновых материалов.
2. Ознакомиться с их основными свойствами.
3. Ознакомиться с методами испытания резиновых материалов.

#### Приборы, материалы, инструмент

1. Коллекция изделий из резиновых материалов;
2. Динамический твердомер «ТЭМП-3»;
3. Лабораторная установка для испытания резин на растяжение;
4. Плакаты.
5. Лупа.

#### Общие положения

Резина применяется для изготовления большого количества изделий, применяемых в различных отраслях, это приводные ремни, прокладки, шины, виброгасящие устройства, рукава и многие другие изделия.

Резина имеет высокие эластичные свойства, которые сочетаются с рядом других важных технических свойств - высоким сопротивлением разрыву, раздиру, износу, газо и водонепроницаемостью, химической стойкостью, электроизоляционными, малым удельным весом и др.

#### *Классификация резиновых материалов*

В зависимости от назначения резинового изделия и от технических требований к его свойствам в эксплуатации различают резины **общего назначения** (шины, ремни, рукава, транспортные ленты и др.) и **специальные** (маслоустойчивые, морозостойкие, диэлектрические, газонепроницаемые и др.).

В зависимости от механических свойств они подразделяются на:

1. Мягкие (шины, ленты, рукава и др.).
2. Жесткие или эбонитовые для технических целей или поделочные.
3. Пористые или губчатые, применяемые для амортизаторов, сидений и др.
4. Пастообразные для герметизации и уплотнения.

Существуют и другие классификации в зависимости от вида сырья, типа конструкции изделий и др.

### *Характеристика и свойства резиновых материалов, их применение*

Основой резин, обеспечивающей основные свойства, является каучук - полимер с высоким молекулярным весом. Раньше применялся природный каучук, но ввиду его дороговизны заменен в настоящее время синтетическим, который поставляется в форме крошки, брикетов, лент, паст, латекса.

Для получения требуемых свойств в резины добавляются различные химикаты: вулканизирующие вещества, стабилизаторы, активаторы, усилители, повышающие прочность, износостойкость, сопротивление образованию трещин и др. (углеродные сажи, двуокись кремния, двуокись цинка, каолин и др.).

Большинство резиновых изделий выпускается в виде резинотканевых или резинометаллических конструкций, в которых ткани и металлы служат арматурой.

Основной и завершающий процесс резинового производства, превращающий пластозластические резиновые смеси в новый высокоэластичный структурированный материал - резину, это вулканизация. Вулканизация производится под давлением при нагреве.

В условиях железных дорог чаще всего резины применяются в виде шин, резинотканевых ремней и лент, всасывающих и напорных рукавов и резиновых деталей машин.

**Шины** выпускаются двух основных типов: пневматические и массивные. В пневматических шинах амортизирующую способность создает воздух и лишь частично эластичные свойства материалов. В массивных (цельнорезиновых) - только эластичные свойства самих материалов.

Наибольшее применение находят пневматические шины. Их радиальная и боковая жесткость определяется величиной давления воздуха и ее конструкцией.

По принципу герметизации шины подразделяются на камерные (в комплект входят покрышка и камера) и бескамерные (внутри находится герметизирующий воздухонепроницаемый слой).

Конструкция покрышек различается армирующим материалом (нити или проволока) и расположением этого материала.

**Резинотканевые ремни и ленты** (приводные) по форме сечения делятся на плоские, клиновые и плоскозубчатые.

Плоские резинотканевые ремни выпускают конечными (в виде лент) и бесконечными (в соответствии с типоразмером межцентрового расстояния).

Клиновые ремни выпускают только бесконечными (в соответствии с типоразмером межцентрового расстояния).

Если передача крутящего момента плоскими и клиновыми ремнями производится за счет сил трения, то - плоскозубчатыми ремнями - за счет зацепления зубчатой поверхности ремня с зубьями шкивов.

**Плоские** резинотканевые ремни по ГОСТ 101-54 выпускаются трех типов:

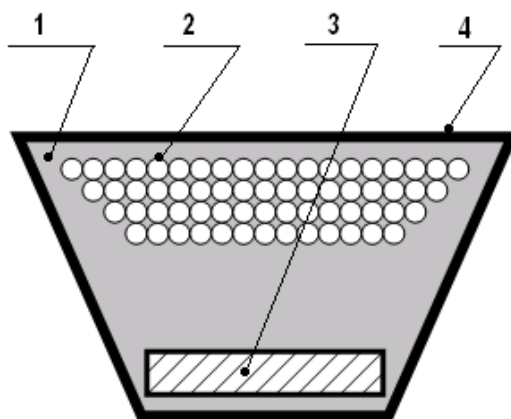
А. Нарезные без обертки торцов. Применяются на шкивах малых диаметров при больших скоростях (свыше 20м/с)

Б. Послойно завернутые, для тяжелых работ с прерывной нагрузкой при скоростях до 20 м/с.

В. Спирально завернутые. Применяют при скоростях до 15м/с, при работе с небольшими нагрузками.

**Клиновые** ремни изготавливаются с кордшнуром или кордтканью в несущей части ремня.

Конструкция клинового ремня с кордшнуром приведена на рис. 6.1.



*Рисунок 6.1. Клиновой ремень с кордшнуром (поперечное сечение (1-слой растяжения, 2- тяговый слой, 3-слой сжатия, 4- обертка)*

Основные элементы конструкции ремня: слой растяжения, состоящий из резины, тяговый (несущий) слой, образованный из спирально свитого кордшнура, расположенного в один ряд, слоя сжатия, состоящего из резины и обертки ремня из прорезиненной ткани, раскроенной под углом.

Градация длин клиновых ремней принята в соответствии с ГОСТ 8036-56.

Клиновые ремни по назначению подразделяют на вентиляторные, сельскохозяйственные и вариаторные.

**Плоскозубчатые** ремни обеспечивают синхронную работу ведущего и ведомого валов передач, по сравнению с зубчатой передачей допускают значительную несоосность валов. Для этих ремней гостится модуль зуба, шаг ремня, наименьшая толщина зуба, длина ремня определяется произведением шага зуба на число зубьев. По конструкции (рис. 6.2) эти ремни представляют собой металлический трос, уложенный в резину, зубья выполняются из резины и покрываются сверху прорезиненной тканью.

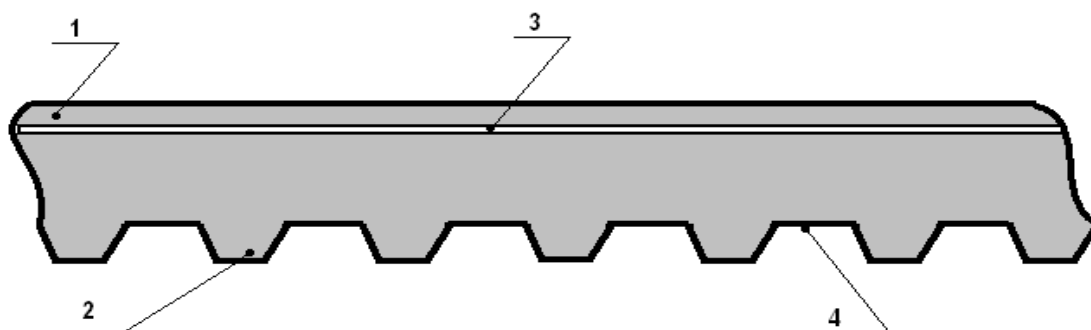


Рисунок 6.2. Плоскозубчатый ремень (продольное сечение)  
(1- резиновая основа, 2-зубья, 3- трос, 4-прорезиненная ткань)

**Конвейерные** ленты (рис.6.3) применяют для перемещения грузов по горизонтали или при небольшом уклоне. По ГОСТ 20-62 выпускают резинотканевые общего и специального назначения, все конечные.

По конструкции это кордные тяговые слои, заложенные в резину. Количество тяговых слоев выбирается в зависимости от условий работы и тягового усилия.



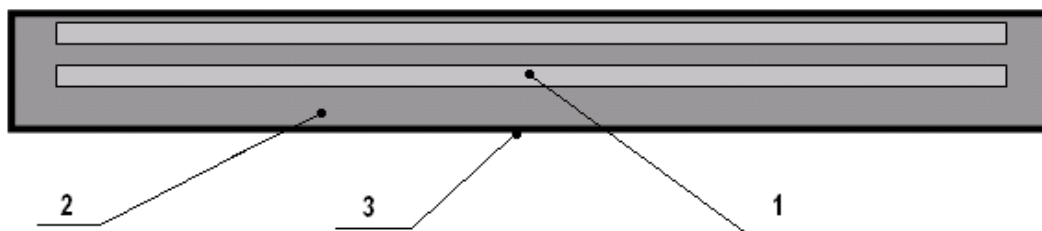


Рисунок 6.3. Резинотканевая конвейерная лента (поперечное сечение)  
(1- прорезиненная тканевая прокладка, 2- резиновая основа, 3 – тканевая обертка)

Для тяжелых условий работы выпускают транспортерные ленты на основе металлотроса. При этом в стыке концов ленты вначале сплетаются концы тросов, а затем на место стыка накладывают специальную резиновую смесь.

**Рукава** резинотканевые напорные состоят из внутреннего резинового слоя, прорезиненный тканевых прокладок (составляющих каркас рукава), образуемых накаткой закроенной под углом  $45^\circ$  тканью и наружного резинового слоя (рис.6.4).

Размеры рукавов для трубопроводов воздушных тормозов подвижного состава приведены в таблице 6.1.

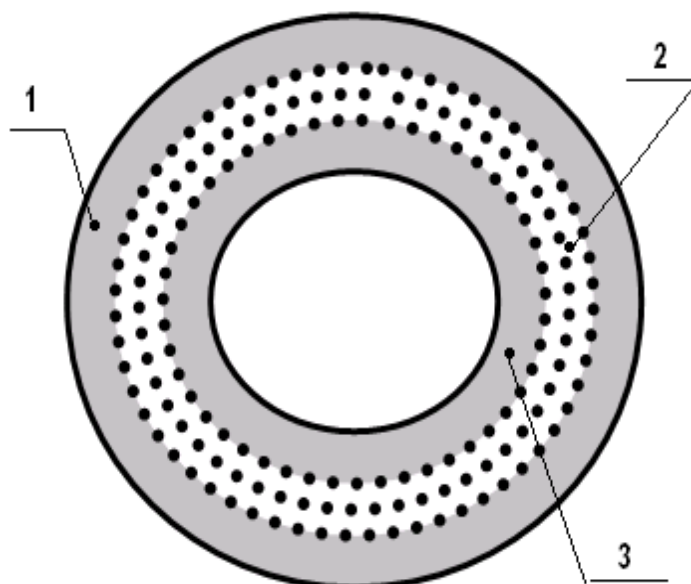


Рис. 6.4. Рукав резинотканевый напорный в разрезе (1- наружный резиновый слой, 2- арматура из прорезиненных тканевых прокладок, 3- внутренний резиновый слой).

Для работы под высоким давлением выпускают специальные рукава, армированные проволоочной плетенкой (для гидронавесных систем, перекачивания топлива, воды, масел и др.). В зависимости от внутреннего

давления таких оплеток может быть одна, две или три. Резина для таких рукавов-шлангов должна быть масло, бензостойкой.

Для рукавов всасывающих характерной особенностью является наличие внутренней, свободно лежащей спирали, которая противодействует складыванию рукава при создании вакуума внутри (при всасывании жидкости).

*Таблица 6.1. – Размеры в мм рукавов  
для воздушных тормозов подвижного состава*

Внутренний диаметр	Наружный диаметр	Длина номинальная
13	22	1635
22	38	По условиям заказчика
25	43	610,650,760,800,900, 1000
28	47	800,900, 1000
32	51,5	610, 1750
35	54,5	610

### ***Резиновые детали машин***

В зависимости от назначения резиновые детали, применяющиеся в машиностроении разбивают на 9 классов:

1. Уплотнительные:

- контактные и бесконтактные,
- подвижные и неподвижные,
- монолитные и пористые,
- каркасные и кассетные,
- радиальные и торцовые и т.д.

2. Вибро и звукоизолирующие и противоударные:

- резиновые и резинометаллические,
- равночастотные и неравночастотные,
- сварные и сборные,
- виброизолирующие и противоударные и т.д.

3. Силовые:

- шестерни,
- корпуса насосов,
- резиноупругие муфты и т.д.

4. Опоры скольжения:

- резинометаллические подшипники,
- подпятники,

- средние опоры и т.д.
- 5. Соединительная арматура для транспортировки жидкости:
  - соединительные муфты,
  - патрубки,
  - сильфоны и др.
- 6. Противоизносные:
  - асфальтоходные башмаки,
  - протекторные кольца,
  - катки и др.
- 7. Фрикционные детали и инструменты:
  - шлифовальные диски,
  - фрикционные колеса и т. д.
- 8. Несиловые и защитные:
  - ковры,
  - ручки,
  - седла и т.д.
- 9. Декоративные:
  - полосы,
  - шнуры,
  - профили и др.

### ***Физико-механические свойства резин***

Для изделий из резины важнейшими физическими свойствами являются:

- Плотность, г/см<sup>2</sup>.
- Температура хрупкости, °С.
- Набухание в смеси бензина с бензолом (3:1) за 24 часа, %.
- Удельное объемное сопротивление в, Ом×см.

Из механических свойств для резин важнейшими являются:

- Предел прочности при растяжении в кг/см<sup>2</sup> при температурах 20°С и 100°С.
- Относительное удлинение при разрыве в % при температурах 20°С и 100°С.
- Твердость (упругость), по величине отскока шарика на твердомере Шора при температурах 20°С и 100°С.

Необходимые свойства резин подбираются для каждого изделия индивидуально по справочным таблицам, например. При этом следует иметь в виду, что для каждого изделия важен свой набор свойств, который

определяется условиями работы, например для напорных рукавов важно рабочее давление и параметры внешней среды, в которой изделие работает (температура, влажность, наличие всевозможных растворителей и т.д.).

Для каждой группы изделий ГОСТом предусматриваются методы испытаний и устанавливаются предельные значения основных параметров, а т.к. существует огромная номенклатура изделий к каждому из которых предъявляются специфические требования, то и методов испытаний существует большое число.

В данной лабораторной работе проведем несколько испытаний резин:

1. На твердость (упругость) прибором «ГЭМП-3».
2. На растяжение на лабораторной установке:
  - предел прочности на растяжение при 20<sup>0</sup>С;
  - относительное удлинение при разрыве при 20<sup>0</sup>С.

#### *Испытание на твердость*

Испытание на твердость необходимо проводить по методике, приведенной в лабораторной работе №1. Полученные данные перевести в единицы Шора (HS) по переводной таблице.

#### *Испытание на растяжение*

Испытание на растяжение проводится на лабораторной установке (рис. 6.5), которая представляет собой стальную раму с натяжным устройством и динамометром. Испытуемый материал в виде ленты закрепляется одной стороной за динамометр, второй - за валик натяжного устройства. На резиновой ленте мелом наносится метка и записывается расстояние от неё до динамометра. Затем вращением валика резина растягивается и периодически фиксируются несколько значений одновременно показаний динамометра и удлинения по линейной шкале. Испытание проводится до разрыва резины, при этом фиксируется разрывное усилие  $P_r$ . Зная сечение ленты  $F = b \times h$  мм<sup>2</sup>, рассчитывается прочность на растяжение по формуле:

$$\sigma = P_r / F, \text{ кг/мм}^2.$$

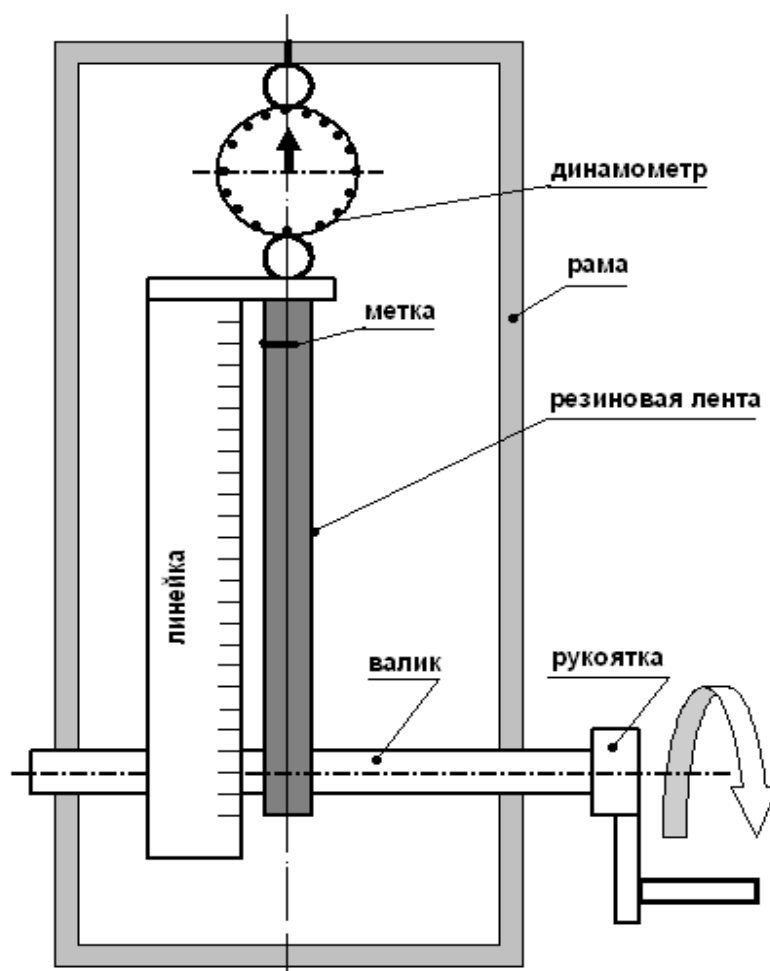


Рисунок 6.5. Схема лабораторной установки для испытания резин на растяжение

Относительное удлинение рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (l - l_0) \times 100 / l_0, \%$$

где  $l_0$  – начальное положение метки на линейной шкале;  
 $l$  – Положение метки в момент разрыва резины.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема измерения упругости резин.
3. Результаты испытаний.
4. График изменения удлинения резины от нагрузки.
5. Расчет прочности на растяжение.
6. Расчет относительного удлинения.
7. Классификация резиновых материалов

### **Вопросы для самоподготовки:**

1. Характеризовать свойство упругости.
2. Какой материал является основой резин?
3. С какой целью добавляют в резины наполнители?
4. Каким способом превращают резиновые исходные смеси в резину?
5. Какими специальными свойствами могут обладать резины?
6. Перечислить какие изделия получают из мягких резин.
7. Для каких целей применяются жесткие резины?
8. Где применяются пористые резины?
9. Где применяются пастообразные резины?
10. В чем отличие напорных и всасывающих рукавов?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7**

### **ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **Цель работы**

Ознакомиться с лакокрасочными материалами, их свойствами, классификацией, областью применения в машиностроении, методами оценки качества лакокрасочных покрытий.

#### **Задание**

1. Изучить основу классификации лакокрасочных материалов.
2. Ознакомиться с основными свойствами лакокрасочных материалов.
3. Ознакомиться с методами нанесения лакокрасочных покрытий.
4. Ознакомиться с методами оценки качества лакокрасочных покрытий.

#### **Приборы, материалы, инструмент**

1. Образцы лакокрасочных материалов;
2. Образцы окрашенных изделий
2. Плакаты.
4. Лупа.

#### **Общие положения**

Лакокрасочные покрытия предназначаются для защиты металлов и других материалов от коррозии и придания им декоративного внешнего вида.

#### ***Классификация лакокрасочных материалов, их маркировка***

Лакокрасочные материалы классифицируются по *виду пленкообразующего*, на основе которого они приготовлены, по назначению, по внешнему виду и по условиям эксплуатации.

В качестве пленкообразующего материала используются канифоль и ее производные (КФ), битумы (БТ), глифталы (ГФ), пентофталы (ПФ), фенольные (ФЛ), фенольно-алкидные (ФА), мочевиновые (МЧ), меламиновые (МЛ), кремнийорганические (КО), эпоксидные (ЭП), каучуки (КЧ),

поливинилхлоридные (ХВ), полиуретановые (УР), полиакриловые (АК), поливинилацетатные (ВА), полиэтиленовые (ЭТ), поливинилацеталевые (ВЛ), алкидно-стирольные (МС), сополимеры винил хлорида (ХС), фторопласты (ФП), нитроцеллюлоза (НЦ), масла растительные (МА).

Классификация лакокрасочных материалов по назначению приведена в таблице 7.1.

*Таблица 7.1. – Условные обозначения групп лакокрасочных материалов по назначению*

<b>Группа лакокрасочных материалов</b>	<b>Назначение, характерные свойства</b>	<b>Обозначение групп</b>
Атмосферостойкие	Наружное для любых климатических условий	1
Стойкие внутри помещения	Внутри помещений	2
Специальные	Для кожи, резины, пропитки тканей, светящиеся и др.	5
Стойкие к различным агрессивным средам	Маслостойкие, кислотостойкие, бензостойкие и др.	7
Термостойкие	Не изменяющие свойств при температуре 60-5 00°С	8
Электроизоляционные	Электроизоляционные	9
Грунтовки, лаки, полуфабрикаты		0
Шпатлевки		00

*По внешнему виду* лакокрасочные покрытия делят на четыре класса:

I. Поверхность ровная, гладкая однотонная (не допускаются дефекты, видимые без применения увеличительных приборов).

II. Поверхность ровная, гладкая, однотонная или с характерным рисунком (допускаются отдельные, видимые глазом следы зачистки, риски, штрихи и т.д.).

III. Однотонная гладкая или с характерным рисунком (допускаются отдельные видимые глазом соринки, следы зачистки, неровности поверхности).

IV. Однотонная или с характерным рисунком (допускаются неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности и др. видимые глазом дефекты).

*По условиям эксплуатации* лакокрасочные покрытия классифицируют на стойкие внутри помещений (П), атмосферостойкие (А), химически стойкие (в атмосфере агрессивных газов-Х, при воздействии кислот ХК, при воздействии щелочей -- ХЩ), водостойкие (в пресной воде - В, в морской



воде М), термостойкие (воздействие повышенных температур Т°), маслостойкие (М), бензостойкие (Б), электроизоляционные (Э).

### ***Маркировка лакокрасочных материалов***

Марка лакокрасочного материала состоит из пяти групп знаков:

1. Первая группа определяет вид и обозначается полным словом, например «лак», «эмаль», «грунтовка», «шпатлевка».
2. Вторая группа определяет основное пленкообразующее, например КФ, БТ и др. (см. выше).
3. Третья группа знаков определяет группу по назначению (см. таблицу 11).
4. Четвертая группа знаков определяет порядковый номер, присвоенный данному материалу и обозначаются одной, двумя или тремя цифрами.
5. Пятая группа знаков определяет цвет материала и пишется полностью (для красок и эмалей).

Примеры: *эмаль КО-84 черный II Т°<sub>200</sub>* – термостойкая кремнийорганическая эмаль черного цвета с термостойкостью 200 градусов по второму классу.

*Лак ХС-76 II-П-ХК* – лак винил-хлоридный номер 76 по второму классу покрытия для эксплуатации в условиях воздействия кислот.

#### *1.2. Подготовка поверхности под окраску*

Окраска производится только на специально подготовленные поверхности. Эта подготовка проводится различными способами:

##### 1. Механические:

- Механизированным инструментом. Применяется для удаления заусениц, старой краски, следов коррозии. Осуществляется металлическими щетками, шарошками, наждачными кругами. Применяется при небольших объемах работ;

- Галтовка - обработка во вращающихся барабанах совместно с абразивным материалом (кварцевый песок, стальная сечка, пемза, корунд, битое стекло, наждак, стальные шарики, кусочки кожи и др.). Длительность галтовки зависит от толщины слоя окарины. Применяют сухую или мокрую (2-3% раствор каустической соды или серной кислоты и др.) галтовку. В случае мокрой галтовки изделия после обработки тщательно промывают и просушивают;

- Пескоструйная обработка (струей песка);

- Гидроабразивная обработка (суспензией песка, абразивных зерен

или молотого гранита под давлением);

2. Термический (газопламенный) применяется для удаления окалины, ржавчины и старой краски с поверхности крупногабаритных изделий. В результате нагрева и охлаждения окалина и ржавчина разрушаются и затем легко удаляются механическими способами;

3. Химический - травление, обезжиривание или совместное травление и обезжиривание;

4. Ультразвуковая очистка металлических изделий от загрязнений процесс очень эффективный, но дорогостоящий и поэтому рекомендуется для крупносерийного производства.

### ***Нанесение лакокрасочных покрытий***

Лакокрасочные покрытия можно наносить различными методами:

1. Окраска пневматическим краскораспылителем широко применяется в промышленности для нанесения покрытий на изделия любых размеров и конфигурации. Мелкие капельки краски (аэрозоль) силой сжатого воздуха наносятся на поверхность.

2. Окраска в электрическом поле основана на том, что микрочастички жидкого лакокрасочного материала, заряженные отрицательным зарядом, в поле постоянного тока высокого напряжения, двигаясь по силовым линиям электрического поля осаждаются равномерным слоем по поверхности, заряженной положительно.

3. Окраска методом окунания заключается в погружении в лакокрасочный материал. После вынимания из ванны с лакокрасочным материалом лишняя краска стекает с окрашиваемой поверхности. Поверхность должна быть простой формы, чтобы краска не задерживалась в различных карманах и неровностях.

4. Окраска обливом осуществляется вручную или механизированно, излишняя краска стекает в краскоприемник и используется вторично. Этот способ близок предыдущему.

5. Окраска струйным обливом с последующей выдержкой в парах растворителей заключается в том, что изделие после облива поступает в камеру, где создана определенная концентрация паров растворителей. Это обеспечивает равномерное стекание излишков краски и получение ровного покрытия без подтеков и наплывов.

6. Окраска безвоздушным распылением основана на том, что при истечении из сопла с большой скоростью струя лакокрасочного материала дробится на мельчайшие капельки. При этом практикуют нагрев

материала, который позволяет снизить его вязкость.

7. Окраска электроосаждением основана на перемещении частичек пигментированного водорастворимого лакокрасочного материала на металлическую поверхность детали под влиянием электрического заряда. Окраска производится в ванне, где анодом является окрашиваемая деталь.

### ***Сушка лакокрасочных покрытий***

Свежеокрашенная поверхность подвергается сушке: естественной при 15-35°C или искусственной при 80-200°C.

Искусственная сушка осуществляется конвекционным (детали нагревают горячим воздухом или продуктами сгорания в специальных сушильных камерах) или терморadiационным способами (облучением инфракрасными лучами, проникающими через пленку лакокрасочного покрытия и поглощаемыми металлом детали). В результате нагрева металла вторым способом сушка покрытия начинается с нижних слоев и распространяется вверх по детали, что обеспечивает беспрепятственное улетучивание растворителей. В качестве источника инфракрасных лучей применяются нагревательные элементы, лампы накаливания и др.

Качество пленки покрытия зависит от температуры сушки, применение горячей сушки улучшает адгезию (прочность связи с поверхностью), стойкость к действию органических растворителей, кислот, щелочей и др. веществ.

### ***Выбор систем лакокрасочных покрытий***

Система лакокрасочного покрытия включает в себя набор лакокрасочных материалов и набор технологических операций, обеспечивающих качественное нанесение покрытия в соответствии с условиями эксплуатации изделия и техническими требованиями. В таблице 7.1 приведены основные системы лакокрасочных покрытий для окраски изделий, эксплуатируемых в помещениях и при воздействиях атмосферных влияний.

Выбор системы лакокрасочного покрытия осуществляется студентами для изделий по вариантам технического задания, приведенного в таблице 7.2.

Таблица 7.2. – Варианты технического задания на окраску изделия

№ варианта	Наименование изделия	Условия эксплуатации	Материал изделия	Примечание
1	Колесная пара вагона	Наружная, масло	Литейная сталь	
2	Рама ходовой тележки вагона	Наружная, масло	Литейная сталь	
3	Крюк автосцепки	Наружная, масло	Литейная сталь	
4	Ограждение кузова пассажирского вагона	Наружная	Прокат стали	
5	Радиаторы системы отопления вагона	Внутренняя, температура до 90 <sup>0</sup> С	Прокат стали	
6	Потолок пассажирского вагона	Внутренняя	ДВП	
7	Ограждение кузова грузового полувагона	Наружная	Прокат стали	
8	Стены зала ожидания вокзала	Внутренняя	Штукатурка	
9	Ограждение кузова грузового крытого вагона	Наружная	Деревянная вагонка	
10	Кожухи дизельного двигателя тепловоза	Наружная, масло, дизельное топливо, температура до 100 <sup>0</sup> С	Прокат стали	
11	Внутренняя поверхность кабины электровоза	Наружная, масло, дизельное топливо	Прокат стали	
12	Стрела железнодорожного крана	Наружная	Прокат стали	
13	Стены помещения диспетчерской	Внутренняя	Штукатурка	
14	Приводной редуктор колесной пары электровоза	Наружная, масло	Чугун	
15	Внешнее покрытие контейнера 3 т	Наружная	Прокат стали	
16	Мост цехового мостового крана	Внутренняя	Прокат стали	

После выбора системы покрытия, исходя из условий технического задания, студентами назначаются технологические режимы нанесения покрытия.

## **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Основа классификации лакокрасочных материалов в виде структурной схемы.
3. Маркировка лакокрасочных материалов.
4. Основные требования к подготовке поверхностей под окраску.
5. Обоснование и выбор системы лакокрасочного покрытия по варианту задания.
6. Подбор марок лакокрасочных материалов для выбранной системы лакокрасочного покрытия.

## **Вопросы для самоподготовки:**

1. Для чего наносится лакокрасочное покрытие?
2. Роль пленкообразующего составляющего лакокрасочных материалов.
3. Какие существуют способы нанесения лакокрасочных материалов?
4. Какие существуют способы сушки окрашенных поверхностей?
5. Какие существуют способы подготовки металлических поверхностей под окраску?
6. Что означает первая группа знаков в марке лакокрасочного материала?
7. Что означает вторая группа знаков в марке лакокрасочного материала?
8. Что означает третья группа знаков в марке лакокрасочного материала?
9. Что означает четвертая группа знаков в марке лакокрасочного материала?
10. Что означает пятая группа знаков в марке лакокрасочного материала?
11. К какой группе по назначению относится «Наружное для любых климатических условий»?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ПЛАСТМАССЫ

### Цель работы

Ознакомиться с пластмассами, их свойствами, классификацией, областью применения в машиностроении, методами оценки качества.

### Задание

1. Изучить основу классификации пластмасс.
2. Ознакомиться с основными свойствами пластмасс.
3. Ознакомиться с методами получения изделий из пластмасс.
4. Ознакомиться с методами испытаний пластмасс.

### Приборы, материалы, инструмент

1. Образцы пластмасс;
2. Плакаты.
3. Справочные материалы.
4. Лупа.

### Общие положения

Пластмассы это материалы на основе природных или синтетических высокомолекулярных соединений, способные перерабатываться в изделия в результате пластической деформации под влиянием нагревания и давления и затем сохранять закрепленную форму.

#### *Классификация пластмасс*

Все полимеры и пластмассы на их основе могут быть разбиты на две группы:

**1. Термопласты** - полимерные материалы на основе линейных или разветвленных полимеров, способных при нагревании переходить из стеклообразного (твердого) в вязко-текучее состояние, не изменяя существенно при этом своей химической структуры. При охлаждении термопласты снова становятся твердыми и могут быть повторно переработаны с некоторым ухудшением своих свойств (полиэтилен).

**2. Реактопласты** - детали из реактопластов изготавливают из технологических полуфабрикатов, представляющих собой более или менее однофазные смеси исходных компонентов, в составе которых находится не готовый полимер, а его полупродукты, превращающиеся в процессе переработки в законченное высокомолекулярное соединение. Образовавшийся полимер не плавится и не растворяется и не может подвергаться вторичной переработке (эпоксидная смола).

### ***Основные свойства пластмасс***

***Плотность*** зависит от химической природы полимерного связующего, вида наполнителя и т.д. В среднем плотность пластмасс в два раза меньше, чем у алюминия и 5-8 раз, чем у стали и меди. Особенно низкая плотность у пенопластов.

***Механические свойства*** варьируются в широких пределах.

***Удельная прочность***, т.е. прочность отнесенная к плотности для ряда пластмасс выше, чем у металлов, но упругость заметно ниже.

Волокнистые и слоистые пластики хорошо противостоят действию ударных и динамических нагрузок.

***Теплостойкость*** пластмасс ограничена (до 400°C). Некоторые пластмассы чувствительны к влаге.

***Диэлектрические свойства*** пластмасс определяются химическим строением и видом наполнителя. В основном пластмассы диэлектрики.

***Теплопроводность*** пластмасс низкая. Наибольшая - у пластмасс с минеральными наполнителями и наименьшая - у пенопластов.

***Антифрикционные свойства*** фторопластов, полиамидов, текстолитов, древесно-слоистых пластиков и др. пластмасс хорошие (коэффициент трения 0,02-0,1) при высокой износостойкости. Антифрикционные свойства улучшаются при введении в состав пластмасс графита.

***Фрикционные свойства*** у асбопластиков высокие при хорошей износостойкости. Их коэффициент трения составляет 0,2-0,6.

***Оптические свойства*** некоторых пластмасс отличаются высокой прозрачностью и бесцветностью, но легко окрашиваются красителями. Лучшие оптические свойства у оргстекла на основе полиметилметакрилата.

## ***Выбор и применение пластмасс***

При выборе пластмасс исходят из конкретного назначения детали и специфических требований, условий работы, нагрузочных условий, возможности оптимальных условий переработки пластмасс, а также возможность изготовления изделия оптимальной конструкции.

**Слоистые армированные реактопласты** представляют собой пластмассы, армированные параллельно расположенными слоями наполнителя и имеющие явно выраженную слоистую структуру.

Применяются в виде листов, плит, стержней, профилей, трубок и т.д. В качестве наполнителей используют материалы органического происхождения: бумагу, хлопчатобумажную ткань, древесный шпон, ткани из синтетических волокон и т.д.; и неорганического происхождения: асбестовые бумагу, картон, ткань, стеклоткань, ткань из кварца или кремнезема или базальта.

Наибольшая прочность у слоистых пластиков на основе стеклоткани.

В качестве связующих используется резольные, фенолформальдегидные, эпоксидные, меламино-формальдегидные и т.д. смолы. В зависимости от типа наполнителя различают:

1. Гетинаксы (на основе бумаги).
2. Текстолиты (на основе хлопчатобумажных тканей).

Выпускают в листах толщиной до 8 мм и в плитах толщиной более 8 мм, а также в виде стержней, трубок. Подразделяется на поделочный, электротехнический, металлургический и специального назначения.

3. Асбопластики асботекстолит и асбогетинакс, т.е. ткани и бумага на основе асбеста.

4. Стеклопластики (стеклотекстолиты).

5. Древесно-слоистые пластики (ДСП). Это древесная стружка или шпон, пропитанные синтетическими фенолформальдегидными смолами и склеенными между собой под высоким давлением.

**Композиционные реактопласты** получают из полуфабрикатов в подавляющем большинстве выпускаемых в виде твердосыпучих пресс материалов - пресс порошков, гранулированных смесей, волокнистых и крошкообразных материалов и т.д. Используются также различные виды вязко-текучих композиций, заливочные и формовочные массы и др. Имеется большое количество этих материалов с самыми разнообразными свойствами, например полиэтилен.



## ***Основные методы изготовления изделий из наиболее распространенных пластмасс***

Изделия из слоистых пластиков изготавливают различными методами. Подавляющее большинство небольших по величине деталей получают механической обработкой: штамповкой, точением, сверлением, фрезерованием, строганием и т.д. При этом желательно механическую обработку вести вдоль волокон, чтобы не нарушать конечные механические свойства изделий, а также учитывать, что эти материалы имеют низкую теплопроводность (сильно нагреваются в месте обработки) и высокое абразивное действие (применять алмазный и твердосплавный инструмент).

Изделия из композиционных реактопластов получают следующими методами:

1. Прямое горячее прессование, представляющее собой непосредственное приложение внешнего давления к пресс-материалу, находящемуся в нагретой замкнутой пресс-форме. Материал, как правило, предварительно формуют и нагревают.

2. Литьевого горячего прессования отличается от прямого прессования наличием в пресс-форме специальной загрузочной камеры, откуда нагретый и достигший определенной пластичности пресс-материал поступает в соответствующую форму.

3. Экструзия, которая заключается в медленном выдавливании уплотненного и разогретого материала через формующее отверстие (мундштук) шнеками горизонтальных прессов. Выдавливание должно быть настолько медленным, чтобы успевало происходить затвердевание (трубки, профиль, стержни).

4. Свободное литье применяется для заливочных композиций (эпоксидных, резольных и т.д.) в открытые или замкнутые формы. Применяется в основном для изготовления корпусных деталей.

5. Напыление применяется для получения тонкослойных антикоррозийных или декоративных и др. покрытий на изделия, имеющие сложную конфигурацию (щитки, пульта, кузова автомобилей).

### ***Методы испытаний пластмасс***

Пластмассы подвергаются испытаниям на механические свойства в соответствии со стандартами:

1. На растяжение (предусматривается определение разрушающего

напряжения при растяжении и относительного удлинения при пределе текучести).

2. На сжатие (предусматривается определение прочности при сжатии хрупких материалов и условного предела прочности при сжатии в случае нехрупко-пластичного разрушения образца).

3. На статический изгиб (предусматривает определение прочности образца в момент разрушения его от изгибающего усилия).

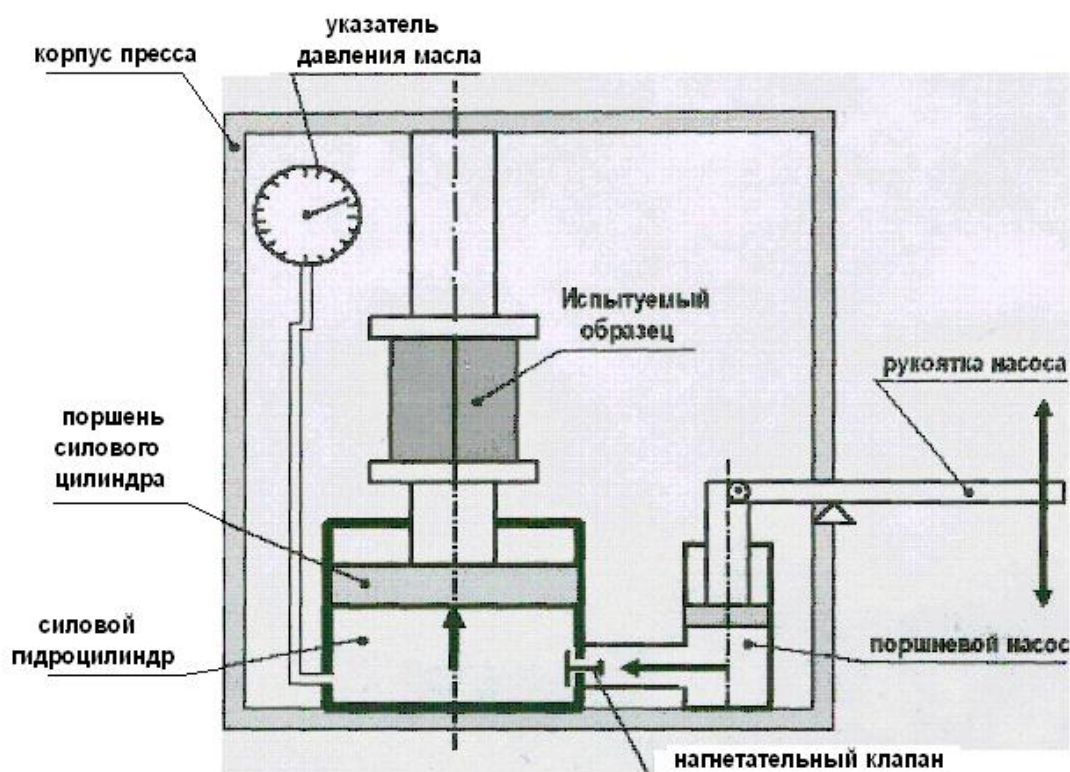
4. На ударный изгиб образца, свободно лежащего на двух опорах.

Кроме того, при необходимости проводятся испытания физических свойств, диэлектрических свойств и т. д.

В данной лабораторной работе проведем испытания образца пластмассы на сжатие.

### ***Методика проведение испытания пластмассы на сжатие***

Для проведения испытаний на сжатие из куска испытуемой пластмассы вырезаются образцы в виде параллелепипедов с размерами примерно: 10 x 10 x 10 мм. Приготовленный образец устанавливается на гидравлический лабораторный пресс (рис. 8.1) и подвергается сжимающей нагрузке.



*Рис. 8.1. Настольный лабораторный гидравлический пресс*

Показания прибора в кг/см<sup>2</sup> пересчитываются в кгс по формуле:

$$P = p \times F, \quad /8.1/$$

где  $p$  - давление в силовом гидроцилиндре в кг/см (показание прибора),  
 $F$  - площадь поршня силового цилиндра в см .

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4},$$

где  $D$  — диаметр поршня,  $D = 50$  мм.

В процессе испытаний фиксируется разрушающая нагрузка  $P_p$  и по формуле:

$$\sigma = \frac{P_p}{f}, \text{ кгс/мм}^2 \quad /8.2/$$

где  $f$  - площадь сечения испытуемого образца, мм<sup>2</sup>,

По результатам исследования определяется прочность испытуемого материала на сжатие по формуле /8.2/.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основа классификации пластмасс в виде структурной схемы.
3. Применение пластмасс в транспортном машиностроении.
4. Результаты испытаний образца пластмассы на сжатие.
- 5.

### Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое реактопласты?
2. Что такое термопласты?
3. Можно ли подвергать реактопласты вторичной переработке?
4. К какому виду пластмасс относится полиэтилен?
5. Какие испытания применяются для определения механических свойств?
6. Как определяется предел прочности пластмассы на сжатие?

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Материаловедение и технология металлов: Учеб. Для студентов машинострит. Спец. Вузов /Г.П. Фетисов, М.Г. Карптман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П. Фетисова - 3-е изд.,испр. И доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 862 с.; ил.
- 2 Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники: Учебник для вузов ж.-д. трансп./ Н.Н. Воронин, Д.Г. Евсеев, В.В. Засыпкин и др.: под ред. Н.Н.Воронина. – М.: Маршрут, 2004. – 456 с.
- 3 Материаловедение: конспект лекций. Климов А.А. изд.2, доп. и испр. –КрИЖТ, 2012. -164 с.
- 4 Лабораторный практикум по материаловедению. Учебное пособие. А.А. Климов. Красноярск. 2015. 104 с.
- 5 Атлас микроструктур. Учебное пособие по материаловедению. Климов А.А. изд.2, доп. и испр.– Красноярск. -2013.38с.
- 6 Материаловедение. Рабочая программа и задания на контрольные работы №№1,2,3 с методическими указаниями для з/отд. Климов А.А. КрИЖТ. Красноярск. 2008.- 109 с.

*Учебно-методическое издание*

Анатолий Александрович КЛИМОВ

**СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО**

лабораторный практикум для студентов направления подготовки  
23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и  
комплексов» очной формы обучения

---

Подписано в печать 17.12.2016 г.

Формат бумаги 60×84/16

2,34 авт. л.; 4,81 печ. л.

экз.

План издания 2016 г. №  $\frac{1}{n}$  КРИЖТ

Протокол № 7 от 15.06.2016

Отпечатано в КРИЖТ ИрГУПС  
Красноярск, ул. Л. Кецховели, 89