



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

**Кафедра «Конструирование и производство приборов»**

# **ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ**

**Пособие**

Минск  
БНТУ  
2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Конструирование и производство приборов»

## ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

Пособие  
для студентов высших учебных заведений

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области приборостроения*

Минск  
БНТУ  
2021

УДК 615.47-027.45(076.5)

ББК 53/57-5я7

О-75

С о с т а в и т е л и:

*М. Г. Киселёв, В. Л. Габеев, Д. А. Ямная,*

*С. Г. Мониц, Т. Г. Дорощ*

Р е ц е н з е н т ы:

начальник сектора испытаний изделий медицинской техники  
и оборудования науч.-исслед. центра испытаний средств измерений  
и техники РУП «Белорусский государственный  
институт метрологии» *Т. А. Шумко;*

кафедра «Электронная техника и технологии» Белорусского  
государственного университета информатики и радиоэлектроники,  
зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент *С. И. Мадвейко;*  
ученый секретарь кафедры, ст. преподаватель *А. А. Костюкевич*

О-75     **Основы** надежности медицинской техники: пособие для студен-  
тов высших учебных заведений / сост.: М. Г. Киселёв [и др.]. –  
Минск: БНТУ, 2021. – 83 с.  
ISBN 978-985-583-272-1.

Пособие предназначено для студентов специальности 1-38 02 02 «Биотехниче-  
ские и медицинские аппараты и системы» при выполнении лабораторных работ по  
дисциплине «Основы надежности медицинской техники».

Описание лабораторных работ, приведенных в пособии, включает следующие  
разделы: цель работы, инструмент и принадлежности к работе, основные положения,  
где приводятся краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения лабо-  
раторной работы, порядок выполнения работы, содержание отчета и контрольные  
вопросы.

В конце пособия представлен список используемой литературы.

УДК 615.47-027.45(076.5)

ББК 53/57-5я7

ISBN 978-985-583-272-1

© Белорусский национальный  
технический университет, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНВАЛИДНЫХ КРЕСЕЛ-КОЛЯСОК .....	4
Лабораторная работа № 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ЗУБНЫХ БОРОВ И АЛМАЗНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ГОЛОВОК.....	30
Лабораторная работа № 3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ОПРАВ КОРРИГИРУЮЩИХ ОЧКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ .....	47
Лабораторная работа № 4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ ОДНОРАЗОВЫХ ИНЪЕКЦИОННЫХ ИГЛ.....	59
Литература .....	82

## Лабораторная работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНВАЛИДНЫХ КРЕСЕЛ-КОЛЯСОК

**Цель работы:** 1. Изучение устройства кресла-коляски. 2. Определение габаритных размеров, массы, минимального радиуса поворота, минимальной ширины разворота, параметров и размеров сиденья и колеса инвалидных кресел-колясок. 3. Приобретение навыков измерения параметров и оформления протокола испытаний.

#### Оборудование и принадлежности к работе

1. Кресло-коляска.
2. УН (устройство нагружения).
3. Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98.
4. Линейка металлическая измерительная по ГОСТ 427-75.
5. Динамометр по ГОСТ 13837-79.
6. Весы для статического взвешивания.

#### Основные теоретические сведения

Кресло-коляска это транспортное средство, предназначенное для инвалидов и больных и приводимое в движение мышечной силой пользователя или сопровождающего, электроприводом или смешанным приводом.

Составными частями кресел-колясок являются система опоры тела, т. е. те части кресла-коляски, на которые непосредственно опирается тело пользователя (сиденье, спинка, подлокотник, подножка); ходовая система, т. е. набор деталей и сборочных единиц кресла-коляски, необходимый для ее передвижения (системы привода, управления и торможения); колеса (ведущее, управляющее, поворотное, поддерживающее); рама кресла-коляски.

Кресло-коляска имеет определенные размеры: ширина сиденья, высота сиденья, глубина сиденья, высота спинки, высота подлокотников, расстояние между подлокотниками, габаритная ширина кресла-коляски, габаритная высота кресла-коляски, габаритная длина кресла-коляски, габаритная ширина кресла-коляски в сложенном виде, габаритная высота кресла-коляски в сложенном виде.

Инвалидное кресло-коляска из алюминиевого сплава VCWK9AL, предназначенное для использования в помещениях и вне их, показано на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Универсальное кресло-коляска:

- 1 – ручка для толкания; 2 – тормозной рычаг для сопровождающего лица;  
3 – подлокотник; 4 – ведущее колесо; 5 – металлический обод; 6 – рама сиденья;  
7 – соединительный зажим заднего колеса; 8 – вилка поворотного колеса;  
9 – поворотное колесо; 10 – спинка; 11 – подушка сиденья; 12 – рама подножки;  
13 – рычаг ручного тормоза; 14 – рукоятка подножки; 15 – отверстие подножки;  
16 – крестовая рама; 17 – подножки

### **Средства определения габаритных размеров, массы, минимального радиуса поворота, минимальной ширины разворота, параметров и размеров сиденья и колеса**

Габаритные размеры, масса, минимальный радиус поворота и минимальная ширина разворота кресел-колясок определяется в соответствии с ГОСТ 30474-96:

1. Определение габаритных размеров кресел-колясок должно проводиться на ровной жесткой поверхности.

2. Определения размеров должны проводиться металлической рулеткой по ГОСТ 7502-98 с пределом измерения не менее 2 м или металлической линейкой по ГОСТ 427-75.

3. Определение массы кресел-колясок должно проводиться на весах по ГОСТ 23676.

## Определения и сокращения

В настоящей лабораторной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

1. УН – устройство, используемое для нагружения кресла-коляски и создания базовых плоскостей, от которых проводят измерения.
2. УНВ – УН, соответствующее размеру тела взрослого человека.
3. УНР – УН, соответствующее размеру тела ребенка.
4. Базовая плоскость сиденья – плоскость основания узла сиденья УН (рис. 1.2).
5. Базовая плоскость спинки – плоскость, касательная к средней вертикальной линии наружной изогнутой стороны узла спинки УН (рис. 1.2).

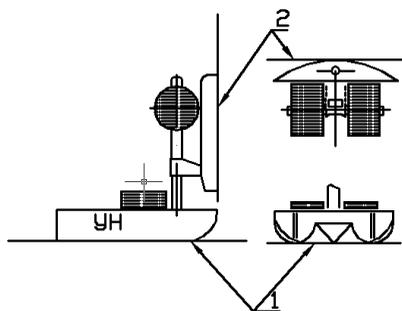


Рис. 1.2. Базовые плоскости сиденья и спинки:  
1 – базовая плоскость сиденья; 2 – базовая плоскость спинки

6. Базовая плоскость подножки – плоскость, проходящая через задний край опоры стопы, или задника-держателя, и наиболее выступающую переднюю часть сиденья кресла-коляски или наиболее выступающую часть подставки под голень (рис. 1.3).

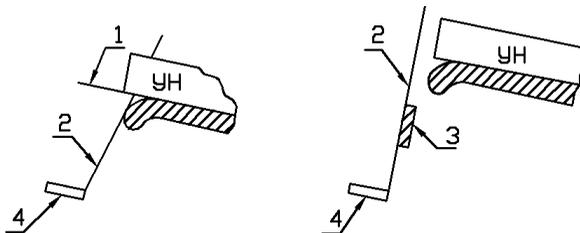


Рис. 1.3. Базовая плоскость подножки:  
1 – базовая плоскость сиденья; 2 – базовая плоскость подножки;  
3 – подставка под голень; 4 – опора стопы

## **Порядок подготовки к проведению определения габаритных размеров**

1. Кресла-коляски должны быть оснащены всеми вспомогательными устройствами (например, подголовниками, удлинителем спинки), входящими в комплект поставки, и находиться в состоянии готовности для пользователя.

2. Если спинка кресел-колясок регулируется по высоте и (или) по углу наклона, то при проведении измерений она должна быть установлена в верхнее вертикальное положение или максимально близкое к нему.

3. Если конструкция кресел-колясок предусматривает возможность нескольких вариантов установки спинки и (или) подножки, то измерения следует проводить для каждого из возможных вариантов.

4. Подножка должна быть отрегулирована таким образом, чтобы ее нижняя точка находилась на 50 мм выше опорной поверхности. Если подножка имеет регулируемый угол наклона, то та ее часть, на которой размещаются ступни, должна быть в горизонтальном положении или возможно близком к нему.

5. Если кресла-коляски имеют конструкцию с переменной базой, измерения должны быть проведены во всех крайних положениях.

## **Методы определения габаритных размеров**

1. Измерения производят с точностью до 10 мм.

2. Для определения габаритных размеров кресел-колясок в состоянии полной готовности (рис. 1.4) поворотные колеса следует устанавливать для движения вперед, а спинку – в ее верхнее вертикальное положение.

3. Измеряют горизонтальные расстояния  $L$  и  $L_0$  между крайними (передней и задней) точками кресла-коляски (с учетом и без учета подножки соответственно).

4. Измеряют максимальную ширину  $B$  кресла-коляски.

5. Измеряют вертикальное расстояние  $H$  от основания до верхней точки кресла-коляски.

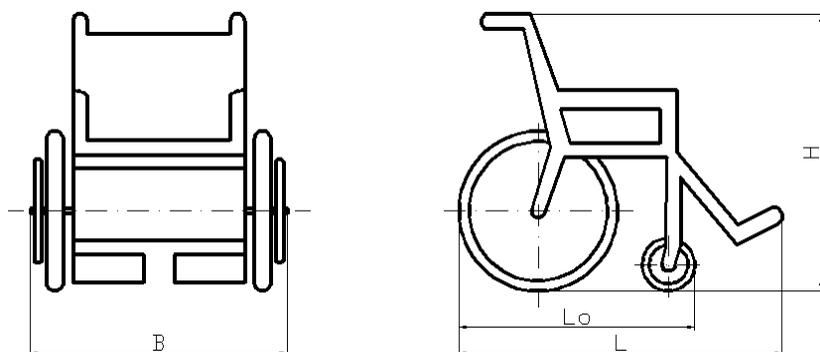


Рис. 1.4. Обозначение габаритных размеров кресел-колясок в состоянии полной готовности:

$L_{\min}$  – расстояние между крайними передней и задней точками;  $B_{\min}$  – общая ширина кресла-коляски;  $H_{\min}$  – расстояние от основания до крайней верхней точки;  $V_{\min}$  – минимальный объем

### Определение размеров кресла-коляски в сложенном виде

1. Для определения минимальной длины  $L_{\min}$  измеряют расстояние между крайними (передней и задней) точками кресла-коляски (рис. 1.5).

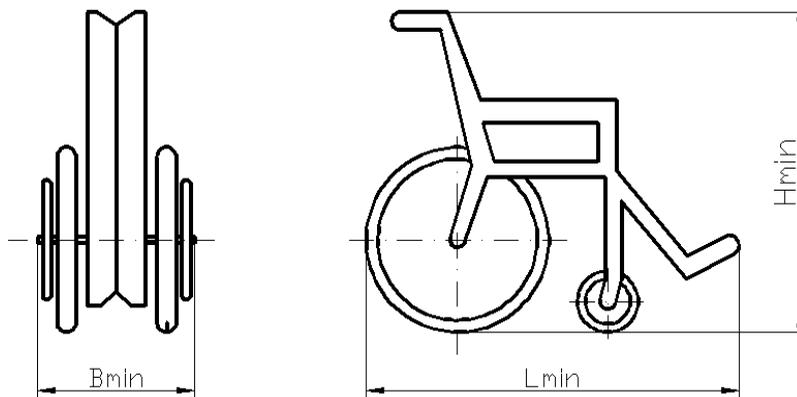


Рис. 1.5. Обозначение габаритных размеров кресел-колясок в сложенном виде:  $L_{\min}$  – расстояние между крайними передней и задней точками;  $B_{\min}$  – общая ширина кресла-коляски;  $H_{\min}$  – расстояние от основания до крайней верхней точки

2. Для определения минимальной ширины  $B_{\min}$  измеряют общую ширину кресла-коляски.

3. Для определения минимальной высоты  $H_{\min}$  измеряют расстояние от основания до крайней верхней точки кресла-коляски.

4. Для определения минимального объема  $V_{\min}$  снимают все детали, не требующие для этого инструментов, и укладывают их в кресло таким образом, чтобы произведение  $L_{\min} \cdot B_{\min} \cdot H_{\min}$ , когда размеры вновь определены, имело минимальное значение. Это значение и является минимальным объемом кресел-колясок  $V_{\min}$ .

### **Метод определения массы**

Массу кресел-колясок и вспомогательных устройств следует определять с точностью до килограмма.

### **Метод определения минимального радиуса поворота и минимальной ширины разворота**

1. Для проведения этих измерений следует отрегулировать подножку таким образом, чтобы нижняя точка находилась на 50 мм выше опорной поверхности, а она сама располагалась под углом  $90^\circ$  или ближайшим к нему относительно к сиденья. Спинку следует установить в ее верхнее положение.

2. Для определения минимального радиуса поворота  $r_{\min}$  необходимо измерять радиус наименьшего цилиндра, в который могут вписаться кресла-коляски при повороте на  $360^\circ$  в соответствии с рис. 1.6.

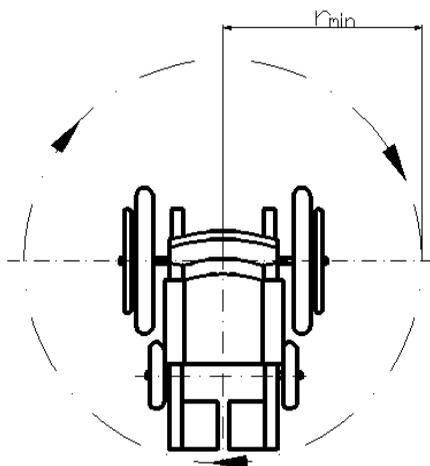


Рис. 1.6. Минимальный радиус поворота

3. Для определения минимальной ширины разворота между ограничивающими стенками  $b_{0min}$  необходимо измерять минимальную ширину коридора, в котором кресла-коляски могут развернуться на  $180^\circ$ , лишь единожды пользуясь задним ходом.

Создают коридор таким образом, чтобы ширина его была переменной.

Кресла-коляски развертывают в коридоре наиболее удобным, в зависимости от конструкции, способом.

Постепенно уменьшая, определяют минимальную ширину коридора, в котором кресла-коляски могут быть развернуты, не касаясь стен (рис. 1.7).

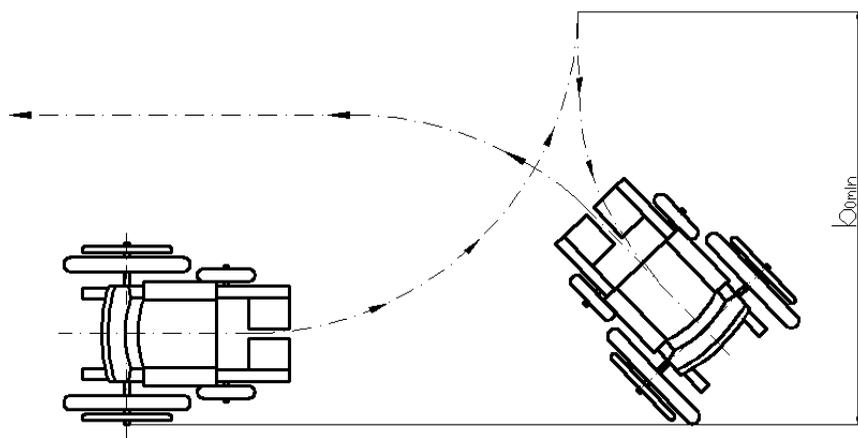


Рис. 1.7. Минимальная ширина разворота

## **Порядок подготовки кресла-коляски к проведению измерений параметров и размеров сиденья и колеса**

### *1. Оснащение кресла-коляски.*

1.1. Кресло-коляска должно быть полностью оснащено для нормального использования подлокотниками, подножками и (или) опорами стопы. Съемные подушки, ремни и т. п. должны быть удалены.

1.2. Если кресло-коляска оснащено пневматическими шинами, то давление воздуха в них должно соответствовать требованиям нормативных документов предприятия-изготовителя. Если установлен диапазон давлений, то следует выбирать максимальное значение.

1.3. Во время проведения измерений кресло-коляска должно быть загружено УН.

## 2. Регулирование кресла-коляски.

2.1. Кресло-коляску устанавливают в рабочее положение в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя.

Если такие рекомендации предприятием-изготовителем не установлены, то кресло-коляску следует установить в следующей последовательности:

а) установить кресло-коляску на испытательную площадку;

б) установить кронштейн каждого поворотного колеса кресла-коляски вертикально с допуском от  $0^\circ$  до  $-1^\circ$  или, если это невозможно, как можно ближе к вертикальному положению в отрицательном направлении (если верхняя часть кронштейна (вилка) поворотного колеса смещена назад, то направление считают отрицательным);

в) если система опоры тела относительно рамы может регулироваться по высоте и (или) по горизонтали, то ее необходимо установить в среднее положение или, если это невозможно, в ближайшее заднее и (или) нижнее положение с допуском  $\pm 5$  мм;

г) установить положительный угол наклона сиденья кресла-качалки (*измерение 1*)  $8^\circ \pm 2^\circ$  или, если это невозможно, выбрать ближайшее наибольшее значение;

д) установить положительный угол наклона спинки сиденья кресла-коляски (*измерение б*)  $10^\circ \pm 2^\circ$  или, если это невозможно, выбрать ближайшее наибольшее значение;

е) установить угол наклона подножки к поверхности сиденья кресла-коляски как можно ближе к  $90^\circ \pm 1^\circ$ ;

ж) установить ведущие колеса кресла-коляски в положение, при котором значение развала не более  $2^\circ \pm 1^\circ$ , схождения не более  $1^\circ$ ;

з) установить горизонтальное положение оси ведущих колес в среднее положение с допуском  $\pm 3$  мм или, если это невозможно, в ближайшее к среднему отрицательное положение (*измерение 25*);

и) установить вертикальное положение оси ведущих колес в среднее положение с допуском  $\pm 3$  мм или, если это невозможно, в ближайшее к среднему положительное положение (*измерение 26*);

к) установить горизонтальное положение оси вращения поворотных колес в среднее положение с допуском  $\pm 3$  мм или, если это невозможно, в ближайшее к среднему отрицательное положение;

л) установить вертикальное положение оси вращения поворотных колес в среднее положение с допуском  $\pm 3$  мм или, если это невозможно, в ближайшее снизу к среднему положительному положению;

м) установить максимальное расстояние между поворотными колесами;

н) установить в среднее положение поворотные колеса в пределах кронштейна (вилки) по высоте с допуском  $\pm 1$  мм или, если это невозможно, выбрать ближайшее к среднему положению в сторону увеличения расстояние между колесом и кронштейном;

о) установить подножку / опору стопы с минимально возможным расстоянием от испытательной площадки до самой низкой ее части, но не менее 50 мм;

п) все остальные регулируемые детали кресла-коляски необходимо установить как можно ближе к среднему положению диапазона регулирования.

Если регулирование деталей кресла-коляски не обеспечивает их идеальное среднее положение, то следует выбрать такое положение, которое даст ближайший больший размер;

р) проверить надежность закрепления деталей в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

### *3. Выбор УН.*

Тип УН (УНВ либо УНР) выбирают в зависимости от размера кресла-коляски таким образом, чтобы УН было размещено на сидении кресла-коляски с боковым зазором с каждой стороны не менее 2 мм.

#### *4. Расположение УН в кресле-коляске.*

4.1. В целях безопасности при загрузке в кресло-коляску УН и измерении параметров и размеров кресла-коляски с низкой устойчивостью (особенно для кресел-колясок спортивного типа), его необходимо закрепить.

4.2. Расположить УН в кресле-коляске следующим образом:

а) установить кресло-коляску на испытательную площадку у стены, применяя при этом тормоза или тормозные колодки;

б) поместить УН выбранного типа, без нагружающих масс, по центру сиденья кресла-коляски так, чтобы наружная сторона узла спинки и задний край узла сиденья соприкасались со спинкой кресла-коляски;

в) закрепить УН в кресле-коляске, чтобы полностью исключить возможность какого-либо его перемещения во время проведения измерений;

г) для кресел-колясок, имеющих зазор между сиденьем и спинкой, зафиксировать узел спинки УН в точке  $H$  узла сиденья УН под углом  $105^\circ \pm 1^\circ$  к горизонтали (рис. 1.8);

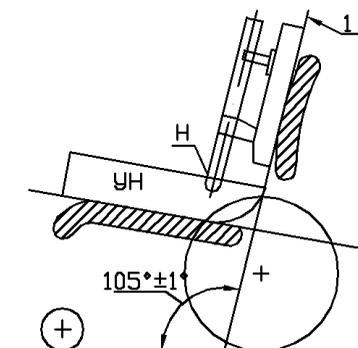


Рис. 1.8. Фиксация узла спинки УН для кресел-колясок, имеющих зазор между сиденьем и спинкой:  
 $H$  – место крепления узла спинки УН на узле сиденья УН;  
 $1$  – базовая плоскость спинки

д) для кресел-колясок с низкой спинкой (высота спинки 250–300 мм) зафиксировать узел спинки УН в точке  $H$  узла сиденья УН под углом  $90^\circ \pm 1^\circ$  к горизонтали (рис. 1.9).

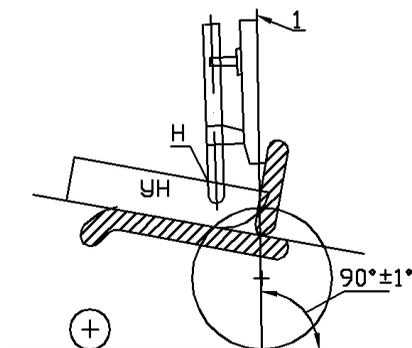


Рис. 1.9. Крепление узла спинки УН для кресла-коляски с низкой спинкой:  
 $H$  – место крепления узла спинки УН на узле сиденья УН;  
 $1$  – базовая плоскость спинки

4.3. Для всех остальных типов кресел-колясок, отличных от указанных в 4.2, узел спинки УН устанавливают свободно.

В этом случае УН в кресле-коляске располагают следующим образом:

а) установить кресло-коляску на испытательную площадку у стены, применяя при этом тормоза или тормозные колодки;

б) установить УН без нагружающих масс так, чтобы задняя часть его находилась на расстоянии  $30 \pm 10$  мм от спинки кресла-коляски (рис. 1.10);

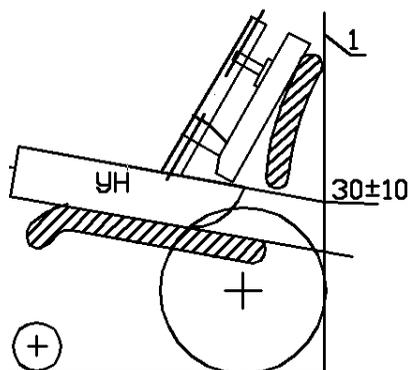


Рис. 1.10. Расположение УН:  
1 – стена; 2 – испытательная площадка

в) зафиксировать узел спинки УН в точке *H* узла сиденья УН.

4.4. Разместить дополнительные нагружающие массы на УН, начиная с узла сиденья, кончая узлом спинки, и закрепить их.

### Порядок определения параметров системы опоры тела и колеса кресла-коляски

1. Все параметры системы опоры тела и колеса определяют при нагруженном кресле-коляске.

2. Измерение линейных размеров системы опоры тела и колеса кресла-коляски проводят металлическими линейкой по ГОСТ 427 или рулеткой по ГОСТ 7502, угловых размеров – угломером по ГОСТ 5378 прямым измерением.

3. Недоступные для прямого измерения параметры сиденья, спинки, подголовника и колеса кресла-коляски можно определить расчетным путем, используя известные размеры УН и доступных частей кресла-коляски.

4. Погрешность измерения линейных размеров системы опоры тела и колеса кресла-коляски должна быть не более  $\pm 3$  мм, угловых размеров – не более  $\pm 1^\circ$ .

5. Размеры УН определяют следующим образом:

- закрепить узел спинки УН относительно узла сиденья УН в положении, соответствующем типу кресла-коляски;
- поместить УН на ровную поверхность;
- определить линию пересечения базовых плоскостей узла сиденья и узла спинки УН скольжением тонких полосок из пластика или металла позади них (рис. 1.11);
- измерить и записать размеры  $L$  и  $H$ .

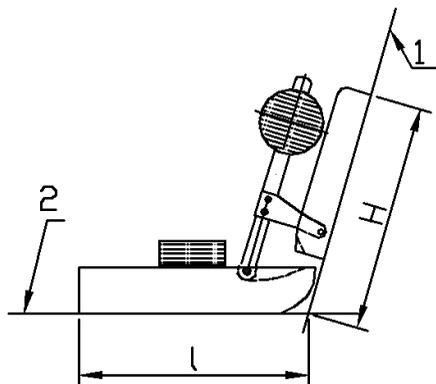


Рис. 1.11. Определение размеров УН:

$H$  – длина узла спинки УН;  $L$  – длина узла сиденья УН;  
 $1$  – базовая плоскость спинки;  $2$  – базовая плоскость сиденья

6. Для кресел-колясок, с регулируемыми размерами системы опоры тела, определяют диапазон регулирования, измеряя максимальное и минимальное значения размеров. А при отсутствии плавного регулирования размеров системы опоры тела кресла-коляски указывают количество переключений регулирования.

## Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство инвалидного кресла-коляски.
2. Выбрать средства измерения, предназначенные для выполнения лабораторной работы.
3. Провести подготовку кресла-коляски к проведению измерений.
4. Провести измерения следующих параметров:

*Измерение 1.* Определение габаритных размеров кресла-коляски в состоянии полной готовности.

*Измерение 2.* Определение габаритных размеров кресла-коляски в сложенном виде.

*Измерение 3.* Определение массы кресла-коляски.

*Измерение 4.* Определение минимального радиуса поворота кресла-коляски.

*Измерение 5.* Определение минимальной ширины разворота кресла-коляски.

*Измерение 6.* Угол наклона базовой плоскости сиденья относительно горизонтали (рис. 1.12). Угол показан положительным.

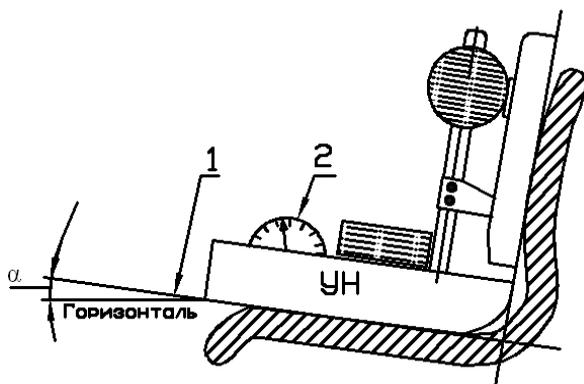


Рис. 1.12. Угол наклона сиденья:

$\alpha$  – угол наклона сиденья; 1 – базовая плоскость сиденья;  
2 – угломер с нониусом

*Измерение 7.* Эффективная глубина сиденья – расстояние между линиями, образованными пересечением базовых плоскостей сиденья, подножки и спинки (рис. 1.13).

Если глубина сиденья кресла-коляски больше длины узла сиденья УН, то этот размер можно определить измерением  $t$ , как показано на рис. 1.13, и  $L$ , определенного в п. 5 при нахождении параметров системы опоры тела и колеса.

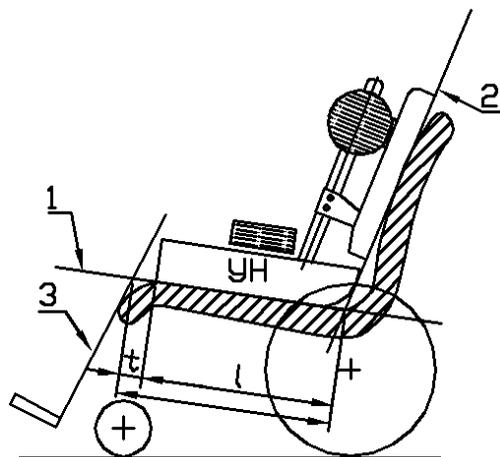


Рис. 1.13. Эффективная глубина сиденья:

$L$  – длина узла сиденья УН;  $l$  – базовая плоскость сиденья;  
 $2$  – базовая плоскость спинки;  $3$  – базовая плоскость подножки

*Измерение 8.* Ширина сиденья, определенная параллельно базовой плоскости сиденья на расстоянии 120 мм (72 мм, когда используют УНР) от базовой плоскости спинки (рис. 1.14).

Для сидений типа «Корзина» с бортами более (или менее) 50 мм ширину сиденья определяют, как показано на рис. 1.14.

*Измерение 9.* Эффективная (максимальная) ширина сиденья внутри кресла-коляски, определенная на высоте 100 мм (60 мм, когда используют УНР) над базовой плоскостью сиденья и на расстоянии 120 мм (72 мм, когда используют УНР) от базовой плоскости спинки (рис. 1.14, 1.15).

Эффективную ширину сиденья определяют только для сидений кресел-колясок, имеющих подлокотники или борты.

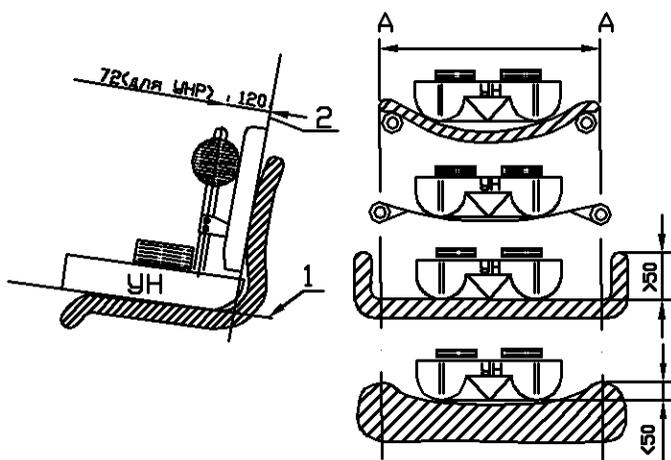


Рис. 1.14. Ширина сиденья:

1 – базовая плоскость сиденья; 2 – базовая плоскость спинки

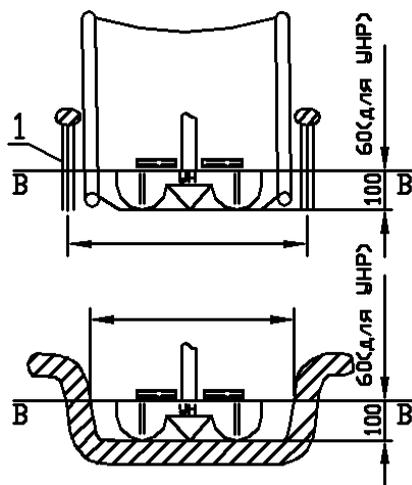


Рис. 1.15. Эффективная ширина сиденья:

1 – подлокотник

*Измерение 10.* Высота сиденья – расстояние по вертикали относительно испытательной площадки до наиболее выступающей части сиденья (рис. 1.16), измеренное на расстоянии 115 мм (69 мм, когда используют УНР) от центра сиденья.

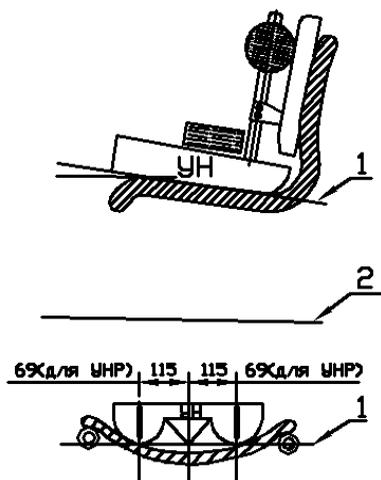


Рис. 1.16. Высота сиденья:  
 1 – базовая плоскость сиденья; 2 – испытательная площадка

*Измерение 11.* Угол наклона спинки – угол между вертикалью и базовой плоскостью спинки. На рис. 1.17 угол показан положительным.

Это измерение не применяют к креслам-коляскам с низкими спинками или с зазором между спинкой и сиденьем.

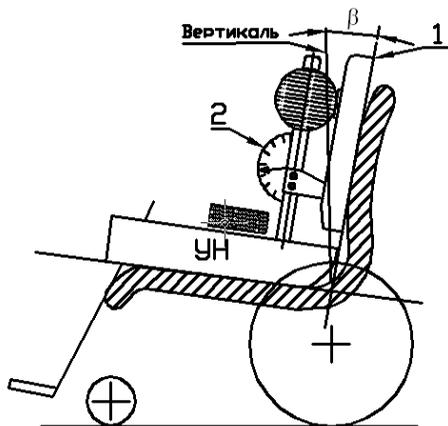


Рис. 1.17. Угол наклона спинки:  
 $\beta$  – угол наклона спинки; 1 – базовая плоскость спинки;  
 2 – угломер с нониусом

*Измерение 12.* Высота спинки – расстояние от базовой плоскости сиденья до верхней части спинки, измеренное параллельно средней части базовой плоскости спинки (рис. 1.18).

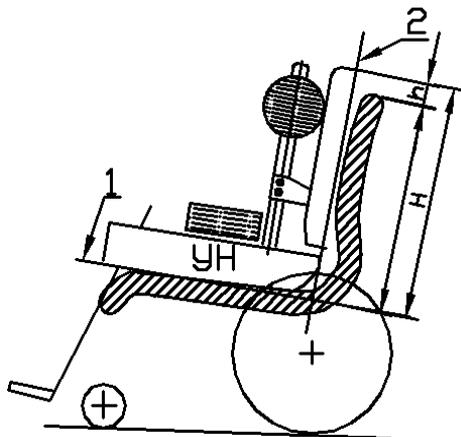


Рис. 1.18. Высота спинки:

$H$  – длина узла спинки;  $h$  – высота расположения подголовника над сиденьем;  
 $1$  – базовая плоскость сиденья;  $2$  – базовая плоскость спинки

Это измерение не применяют к спинкам, изготовленным заодно с подголовниками.

Высоту спинки также можно определить измерением  $h$  и  $H$ , как показано на рис. 1.18.

*Измерение 13.* Ширина спинки – широчайшая часть спинки, расположенная на участке 200–500 мм (120–300 мм, когда используют УНР) выше базовой плоскости сиденья (рис. 1.19).

*Измерение 14.* Расположение подголовника – расстояние  $l$  между наиболее выступающей средней частью подголовника и базовой плоскостью спинки, измеренное перпендикулярно к этой плоскости.

Расположение подголовника, показанное на рис. 1.20, положение.

*Измерение 15.* Высота расположения подголовника над сиденьем  $h$  – расстояние от базовой плоскости сиденья до наиболее выступающей части подголовника в его средней вертикальной плоскости, измеренное параллельно базовой плоскости спинки (рис. 1.20).

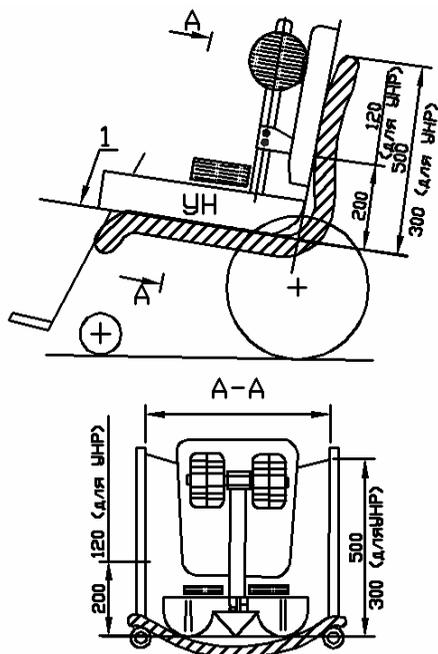


Рис. 1.19. Ширина спинки:  
*l* – базовая плоскость сиденья

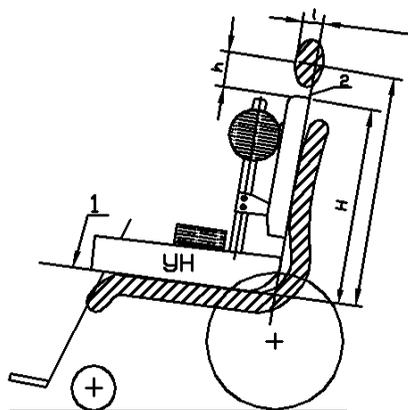


Рис. 1.20. Расположение подголовника:  
*H* – длина узла спинки УН; *l* – базовая плоскость сиденья;  
 2 – базовая плоскость спинки

Высоту расположения подголовника над сиденьем можно также определить измерением размера  $h$  и  $H$ , как показано на рис. 1.20.

*Измерение 16.* Длина подножки – расстояние от базовой плоскости сиденья до заднего края опоры стопы (рис. 1.21), определяемое в базовой плоскости подножки на расстоянии 115 мм (69 мм, когда используют УНР) от центра сиденья. Это совпадает с пазами узла сиденья.

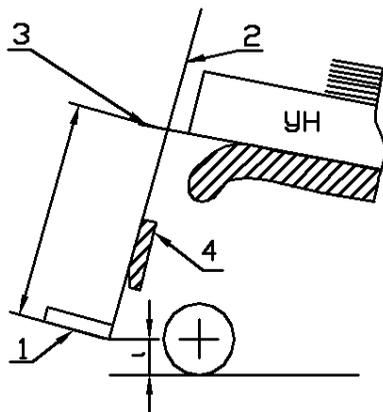


Рис. 1.21. Длина подножки и расположение опоры стопы:

1 – опора стопы; 2 – базовая плоскость подножки; 3 – базовая плоскость сиденья;  
4 – подставка под голень

*Измерение 17.* Высота расположения нерегулируемой опоры стопы – расстояние по вертикали от поверхности испытательной площадки до самой нижней части опоры стопы  $l$  (рис. 1.21).

*Измерение 18.* Длина опоры стопы – расстояние между наиболее выступающей передней частью опоры стопы и базовой плоскостью подножки (рис. 1.22).

*Измерение 19.* Угол наклона опоры стопы (кроме трубчатых) – угол между опорой стопы и базовой плоскостью подножки (рис. 1.23).

*Измерение 20.* Угол наклона подножки к поверхности сиденья – угол между базовыми плоскостями сиденья и подножки (рис. 1.23).

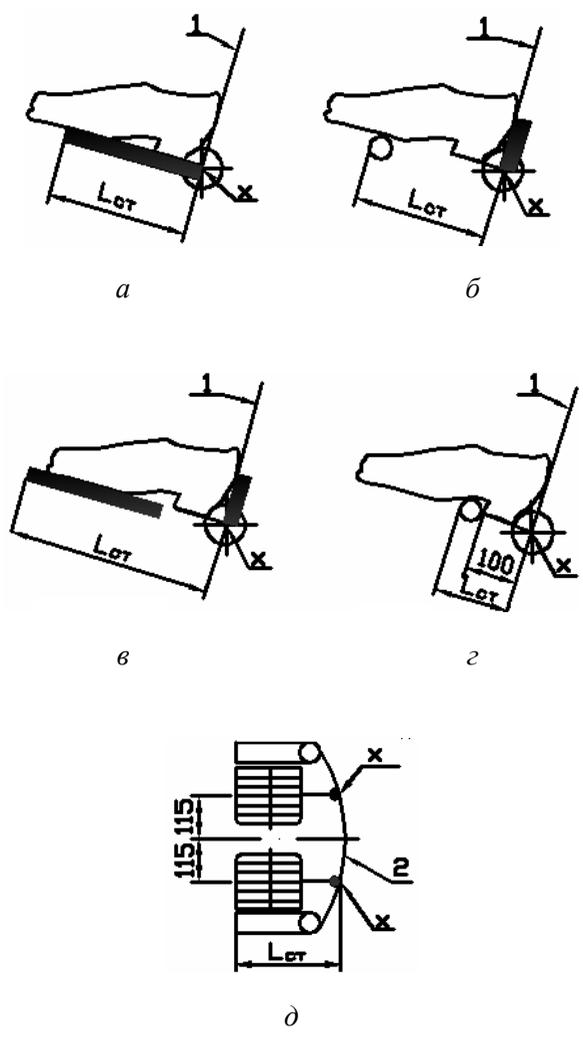


Рис. 1.22. Расположение опоры стопы:  
*a* – стандартная опора стопы; *б* – трубчатая опора с задником-держателем;  
*в* – опора стопы с задником-держателем; *г* – трубчатая опора стопы  
 без задника-держателя; *д* – опора стопы (вид сверху);  
 $L_{ст}$  – длина опоры стопы;  $l$  – базовая плоскость подножки;  
 2 – задники-держатели

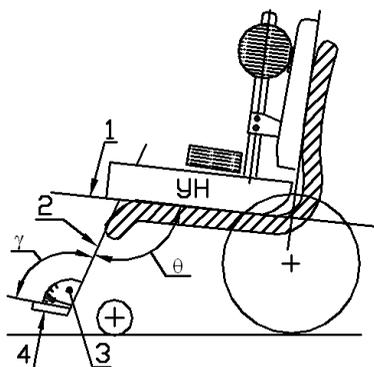


Рис. 1.23. Угол наклона опоры стопы и угол наклона подножки к поверхности сиденья:

$\gamma$  – угол наклона опоры стопы;  $\theta$  – угол наклона подножки к поверхности сиденья;  
 1 – базовая плоскость сиденья; 2 – базовая плоскость подножки;  
 3 – угломер с нониусом; 4 – опора стопы

*Измерение 21.* Высота подлокотника – расстояние от базовой плоскости сиденья до верхней части подлокотника, измеренное перпендикулярно базовой плоскости сиденья на расстоянии 120 мм (72 мм, когда используют УНР) от базовой плоскости спинки.

Высоту подлокотника можно также определить измерением размера  $m$ , как показано на рис. 1.24.

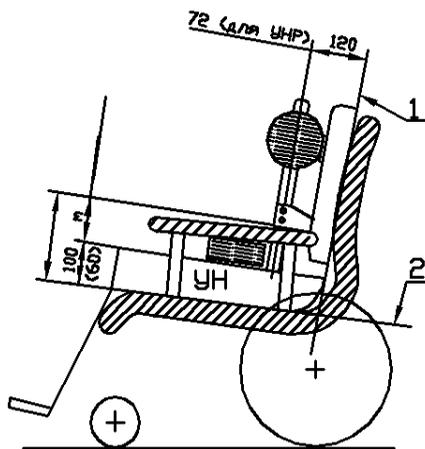


Рис. 1.24. Высота подлокотника:

1 – базовая плоскость спинки; 2 – базовая плоскость сиденья

*Измерение 22.* Расположение подлокотника – расстояние от переднего края подлокотника до пересечения с базовой плоскостью спинки, измеренное параллельно базовой плоскости сиденья (рис. 1.25).

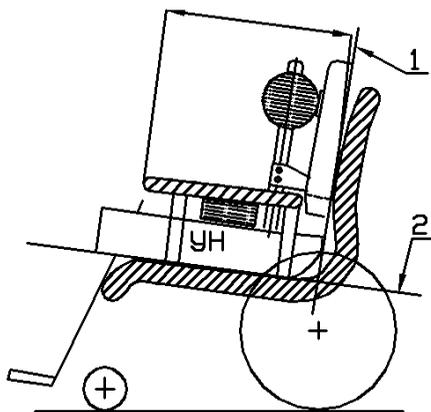


Рис. 1.25. Расположение подлокотника:  
1 – базовая плоскость спинки; 2 – базовая плоскость сиденья

*Измерение 23.* Длина подлокотника – расстояние от переднего до заднего края подлокотника, измеренное вдоль его поверхности.

*Измерение 24.* Максимальная ширина подлокотника  $b$  (рис. 1.26).

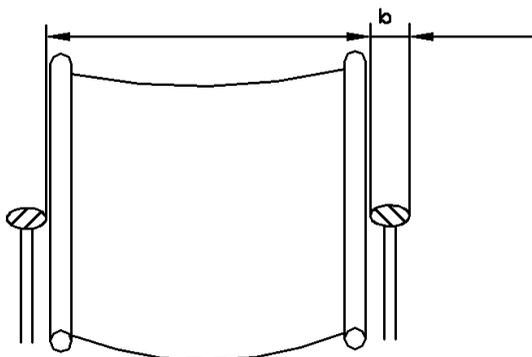


Рис. 1.26. Ширина подлокотника и расстояние между подлокотниками

*Измерение 25.* Угол наклона подлокотника – угол между поверхностью подлокотника и горизонталью (рис. 1.27).

Угол показан на рис. 1.27 положительным.

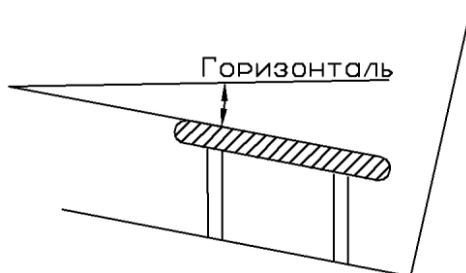


Рис. 1.27. Угол наклона подлокотника

*Измерение 26.* Расстояние между подлокотниками – максимальное расстояние между подлокотниками, измеренное на расстоянии 120 мм (72 мм, когда используют УНР) от базовой плоскости спинки (рис. 1.14, 1.26).

*Измерение 27.* Расположение узла подлокотника – расстояние между базовой плоскостью спинки и наиболее выступающей передней частью узла подлокотника, измеренное на высоте 680 мм в горизонтальной плоскости (рис. 1.28).

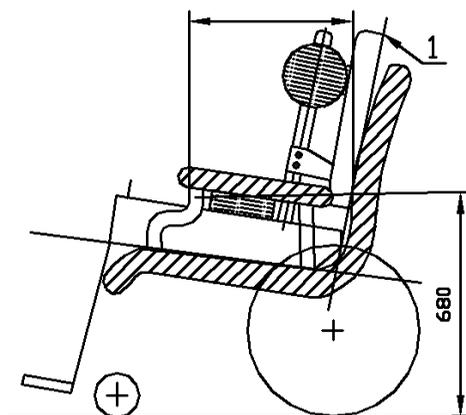


Рис. 1.28. Расположение узла подлокотника:  
1 – базовая плоскость спинки

*Измерение 28.* Наружный диаметр ручного приводного обода  $D_1$ , (рис. 1.29).

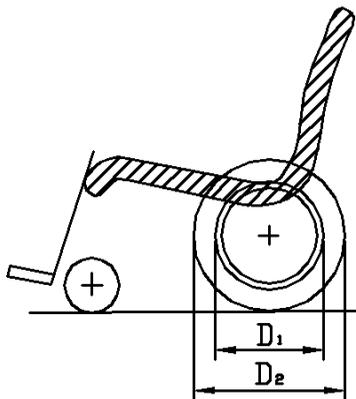


Рис. 1.29. Диаметр ручного приводного обода и диаметр ведущего колеса

*Измерение 29.* Наружный диаметр обода ведущего колеса  $D_2$ , (рис. 1.29).

*Измерение 30.* Горизонтальное положение оси ведущего колеса – расстояние по горизонтали от оси ведущего колеса до линии пересечения базовых плоскостей сиденья и спинки.

Положение оси колеса, показанное на рис. 1.30, отрицательное.

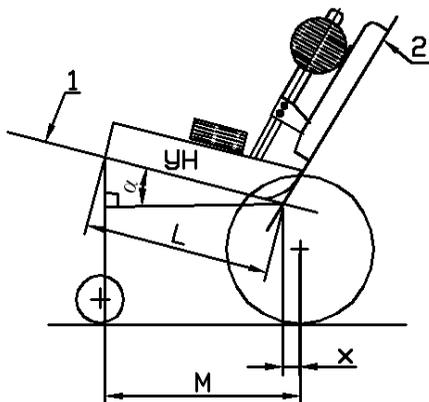


Рис. 1.30. Горизонтальное положение оси ведущего колеса:  
 $1$  – базовая плоскость сиденья;  $2$  – базовая плоскость спинки

Горизонтальное положение оси колеса  $x$ , мм, можно также определить следующим образом (для кресел-колясок с углом наклона сиденья  $0^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$ ):

$$x = M - L, \quad (1.1)$$

где  $M$  – расстояние по горизонтали от переднего края основания узла сиденья УН до центра оси колеса (рис. 1.30);

$L$  – длина узла сиденья.

Для кресел-колясок с углом наклона сиденья  $\alpha > 5^\circ$ :

$$X = M - L \cos \alpha. \quad (1.2)$$

*Измерение 31.* Вертикальное положение оси ведущего колеса – расстояние по вертикали от оси ведущего колеса до линии пересечения базовых плоскостей сиденья и спинки (рис. 1.31).

Положение оси колеса, показанное на рис. 1.31, положительное.

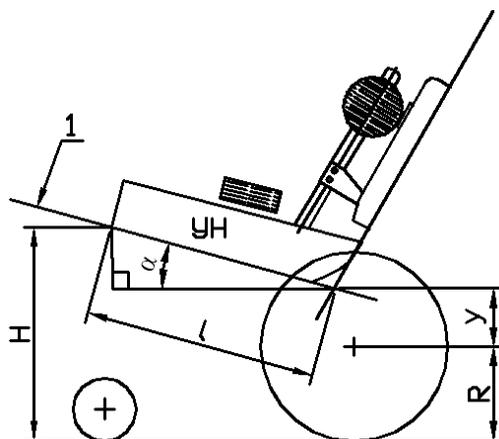


Рис. 1.31. Вертикальное положение оси ведущего колеса:  
 $l$  – базовая плоскость сиденья

Вертикальное положение оси колеса  $y$ , мм, можно также определить следующим образом:

$$y = H - R - L \sin \alpha, \quad (1.3)$$

где  $H$  – расстояние от переднего края основания узла сиденья УН до испытательной площадки (рис. 1.31);

$R$  – радиус ведущего колеса;

$L$  – определено в п. 5 при нахождении параметров системы опоры тела и колеса;

$\alpha$  – угол наклона сиденья.

*Измерение 32.* Диаметр поворотного колеса – наружный диаметр обода поворотного колеса.

### Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Оборудование и принадлежности к работе.
3. Данные измерений по форме, приведенной в табл. 1.1.
4. Выводы.

Таблица 1.1

#### Данные измерений

Наименование измерения, единицы измерения	Значения для нерегулируемых размеров или минимальное значение для регулируемых размеров	Максимальное значение для регулируемых размеров
1. Угол наклона сиденья, °		
...		
...		
...		
32. Диаметр поворотного колеса, мм		

## Лабораторная работа № 2

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ЗУБНЫХ БОРОВ И АЛМАЗНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ГОЛОВОК

**Цель работы:** 1. Изучить конструкции зубных боров и алмазных стоматологических головок. 2. Изучить технологию изготовления зубных боров и алмазных стоматологических головок. 3. Изучить методы испытаний зубных боров. 4. Провести измерения радиального биения боров и алмазных стоматологических головок. 5. Провести испытания прочности шейки боров. 6. Провести испытания режущей способности боров.

#### Оборудование и принадлежности к работе

1. Зубные боры и алмазные стоматологические головки.
2. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.
3. Микрометр МК-25 0,01 кл.1.
4. Малый инструментальный микроскоп МИМ-5.
5. Устройство измерения радиального биения боров и алмазных стоматологических головок.
6. Устройство испытания прочности шейки бора.
7. Устройство испытания режущей способности бора.

#### Основные теоретические сведения

##### Основные сведения о зубных борах

Зубные боры предназначены для препарирования твердых тканей зубов и челюстных костей. Бор (рис. 2.1) состоит из рабочей части (головки) 1, шейки 2 и хвостовика 3, служащего для закрепления бора в стоматологическом наконечнике. Где  $d_1$  – диаметр рабочей части, диаметр головки;  $d_2$  – диаметр шейки;  $L_1$  – длина рабочей части, длина головки;  $L_2$  – общая длина.

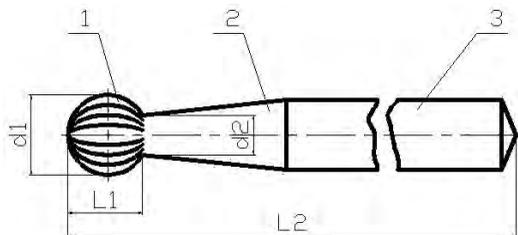


Рис. 2.1. Бор:

1 – рабочая часть (головка); 2 – шейка; 3 – хвостовик

Хвостовики боров (рис. 2.2), предназначенных для применения с угловыми наконечниками, имеют на свободном конце проточку и лыску для фиксации. Диаметр хвостовика для прямого (рис. 2.2, в) и углового наконечника составляют 2,35 мм, для турбинного (рис. 2.2, б) – 1,6 мм. Боры для прямых наконечников имеют установленную длину 44 мм, для угловых наконечников – 17,22 и 27 мм, для турбинных – 22 мм.

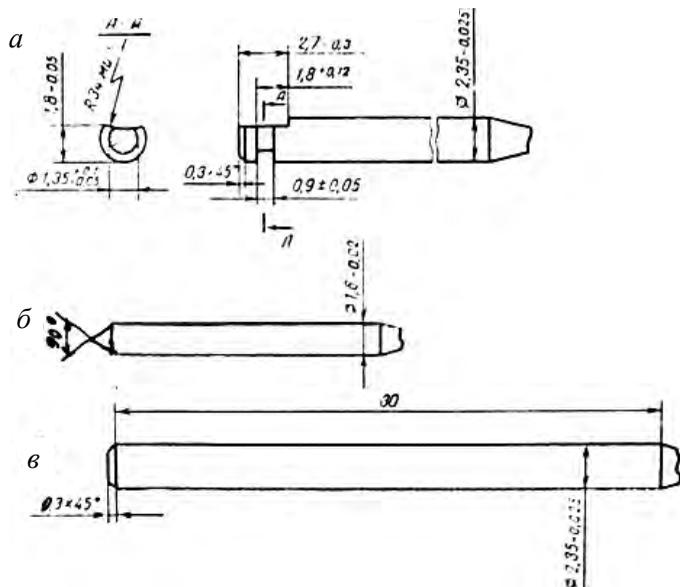


Рис. 2.2. Хвостовики боров:

а – эскиз бора; б – турбинный наконечник;  
в – прямой и угловой наконечник

По форме рабочей части боры подразделяются на шаровидные, цилиндрические, конические, обратноконические, колесообразные с продольной, торцевой, поперечной, угловой или комбинированной насечкой, образующей режущие зубья (рис. 2.3).

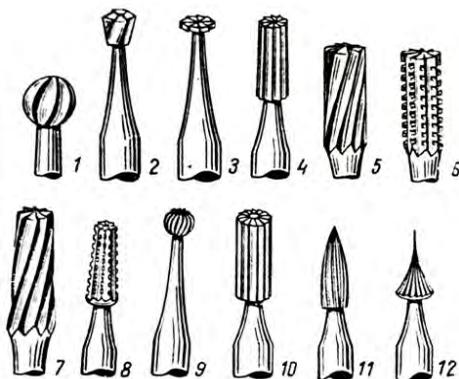


Рис. 2.3. Форма рабочей части боров:

- 1 – полостной шаровидный с косой непрерывной режущей кромкой;
- 2 – полостной обратноконусный с косой непрерывной режущей кромкой;
- 3 – полостной колесовидный с косой непрерывной режущей кромкой;
- 4 – фиссурный цилиндрический с прямой непрерывной режущей кромкой;
- 5 – фиссурный цилиндрический с косой непрерывной режущей кромкой;
- 6 – фиссурный цилиндрический с прямой прерывистой режущей кромкой;
- 7 – фиссурный конусный с косой непрерывной режущей кромкой;
- 8 – фиссурный конусный с прямой прерывистой режущей кромкой;
- 9 – финир шаровидный с косой непрерывной режущей кромкой;
- 10 – финир цилиндрический с прямой непрерывной режущей кромкой;
- 11 – финир пламевидный с прямой непрерывной режущей кромкой;
- 12 – финир конусный с прямой непрерывной режущей кромкой

Зубные боры изготавливают из высокопрочной хромированной стали ХВ5, твердых сплавов ВК6М и ВК60М или с применением алмазных зерен (головки алмазные стоматологические).

### **Методы испытаний зубных боров**

Испытания зубных боров проводятся по методикам, изложенным в ГОСТ 30213-94 «Инструменты стоматологические вращающиеся. Методы испытаний».

### **Измерение диаметра рабочей части**

Для измерения диаметра рабочей части следует применять микрометр с точностью измерения 0,01 мм.

Местом измерения диаметра цилиндрических инструментов является середина рабочей части.

Диаметры боров, фрез и абразивных инструментов измеряют один раз по линии наибольшего диаметра рабочей части (рис. 2.4 и 2.5).

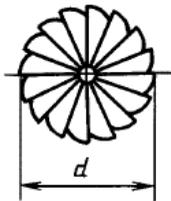


Рис. 2.4. Измерение боров и фрез

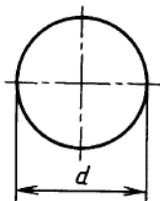


Рис. 2.5. Измерение абразивных инструментов

Инструменты с алмазным покрытием измеряют трижды по наибольшему диаметру под углами  $120^\circ$ , как указано на рис. 2.6. Перед каждым измерением следует ослабить усилие, приподнять образец и повернуть его. Во всех измерениях должна быть приложена одинаковая сила.

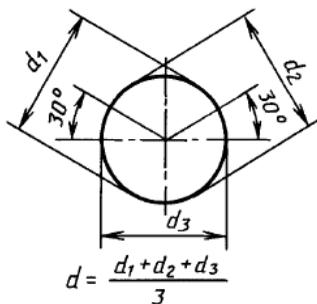


Рис. 2.6. Измерение инструментов с алмазным покрытием

### Измерение диаметра шейки инструментов

Для измерения диаметра рабочей части следует применять индикатор циферблатного типа с точностью измерения 0,01 мм.

Измерение проводят по наименьшему диаметру непосредственно за рабочей частью инструмента. Это относится также и к инструментам с алмазным покрытием шейки.

Диаметр шейки инструментов измеряют один раз.

### Измерение длины рабочей части

Для измерения длины рабочей части следует применять микрометр с точностью измерения 0,01 мм.

Местом измерения должны быть точки, расположенные по краям наименьшей длины рабочей части, включая, в случае необходимости, шейку с алмазным покрытием.

Длину рабочей части инструментов измеряют один раз.

### Измерение общей длины

Для измерения общей длины инструментов следует применять микрометр с точностью измерения 0,01 мм.

Местом измерения должны быть точки, расположенные по краям наибольшей длины, включая вершину рабочей части и конец хвостовика.

Общую длину инструментов измеряют один раз.

### Измерение радиального биения

Для измерения общего радиального биения  $t$  (рис. 2.7, а) следует пользоваться специальным стендом, состоящим из удерживающего устройства (призмы) (рис. 2.7, б) и индикатор циферблатного типа с точностью измерения 0,01 мм.

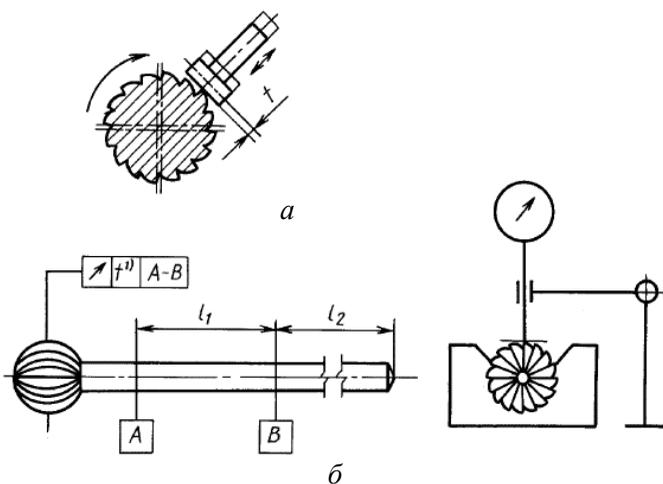


Рис. 2.7. Определение общего радиального биения  $t$  рабочей части (головки) бора:  
а – схема измерения общего радиального биения рабочей части бора;  
б – удерживающее устройство

На рис. 2.8 показаны определение и схема измерения общего радиального биения  $t$  шейки бора.

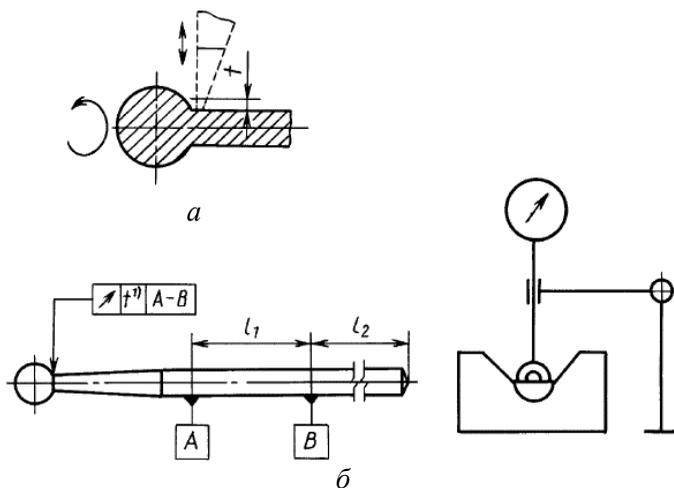


Рис. 2.8. Определение общего радиального биения  $t$  шейки бора:  
 а – схема измерения общего радиального биения шейки бора;  
 б – удерживающее устройство

Радиальное биение зубных боров проверяют на шейке на расстоянии 1 мм от рабочей части.

Методика проведения испытания:

1. Установить инструмент в удерживающее устройство и медленно повернуть вдоль продольной оси на  $360^\circ$ .
2. Записать минимальное и максимальное показания.
3. Вычислить разницу этих значений и записать ее в качестве значения общего радиального биения.

### Испытание прочности шейки

Для проведения испытания используют специальный стенд, который прилагает нагрузку на свободный конец испытуемого образца, удерживаемого в патроне в продольном положении под углом  $22,5^\circ$  к горизонтали (рис. 2.9).

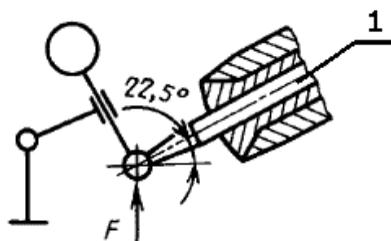


Рис. 2.9. Схема испытания прочности шейки бора 1

### Методика проведение испытания

Установить испытуемый образец в патрон так, чтобы он фиксировался на уровне соединения шейки и хвостовика. Приложить к концу бора нагрузку, указанную в стандарте (4 Н), и выдержать в течение 5 секунд. После этого измерить величину радиального биения головки бора и сравнить ее с исходным значением.

### Испытание режущей способности боров

Проверку режущих свойств боров проводят на специальном стенде измерением времени резания на глубину 0,5 мм пластинки из стеклотекстолита марки СФ-1-35 или СФ-1-50 по ГОСТ 10316 при режимах, указанных в табл. 2.1, по схеме, приведенной на рис. 2.10. Фольга со стеклотекстолита должна быть удалена.

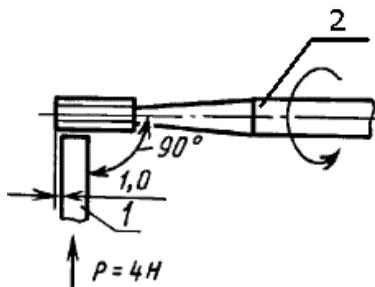


Рис. 2.10. Схема установки боров фисурных цилиндрических и фисурных конусных при испытании их режущей способности:

1 – пластинка из стеклотекстолита; 2 – испытуемый бор

Боры считают годными, если продолжительность резания не превышает значений, указанных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

## Режимы испытания боров на режущую способность

Тип бора	Частота вращения, с <sup>-1</sup>	Нагрузка P, Н	Толщина пластинки, мм	Продолжительность резания, с
Полостной шаровидный	83,3 ± 1,6	4 ± 0,04	2,0 ± 0,25	3
Полостной обратноконусный				1
Фиссурные цилиндрические: – с прямой непрерывной режущей кромкой; – с косой непрерывной режущей кромкой; – с прямой прерывистой режущей кромкой Фиссурные конусные: – с прямой прерывной режущей кромкой; – с прямой прерывистой режущей кромкой			0,8 ± 0,15	3

### Описание устройства для измерения радиального биения боров и алмазных головок

На рис. 2.11 приведена фотография устройства для измерения радиального биения боров и алмазных головок.

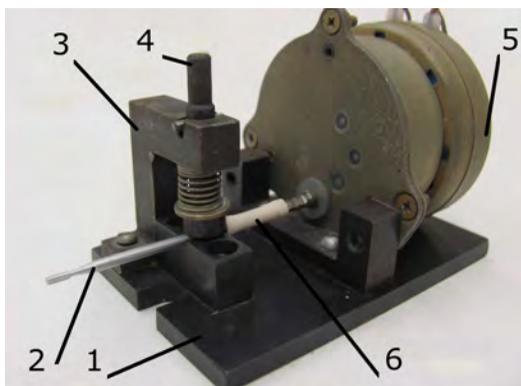


Рис. 2.11. Фотография устройства для измерения радиального биения боров и алмазных головок:

1 – стальное основание; 2 – испытуемый бор; 3 – призма; 4 – пружинный зажим;  
5 – электродвигатель; 6 – эластичная муфта

Устройство состоит из стального основания 1, на котором закреплена призма 3 с пружинным прижимом 4 и электродвигатель 5. С валом электродвигателя посредством эластичной муфты 6 связан хвостовик испытуемого бора 2, который установлен в призме и зафиксирован с помощью прижима. Электродвигатель подключен к сети переменного тока напряжением 220 В через кнопочный выключатель. При замыкании цепи медленное вращение вала через эластичную муфту передается испытуемому бору, установленному в призме.

Для измерения радиального биения в данном случае, в отличие от стандартной методики (рис. 2.7), применяется бесконтактный метод, основанный на использовании малого инструментального микроскопа МИМ-5. Методика измерения радиального биения бора или алмазной головки заключается в следующем: испытуемый инструмент устанавливается в призму устройства и посредством эластичной муфты связывается с валом электродвигателя, после чего фиксируется в призме прижимом. Затем устройство 1 устанавливается на стол 2 микроскопа (рис. 2.12) таким образом, чтобы продольная ось бора или головки совпадала или была параллельна оси продольного перемещения стола микроскопа.



Рис. 2.12. Фотография устройства для измерения радиального биения боров и алмазных головок, установленного на столе микроскопа

Для этого, путем регулировочных перемещений устройства на столе микроскопа необходимо добиться того, чтобы продольная ось бора или алмазной головки располагалась параллельно горизонтальной линии на окуляре микроскопа (рис. 2.13), т. е. параллельно продольной оси перемещения его стола.

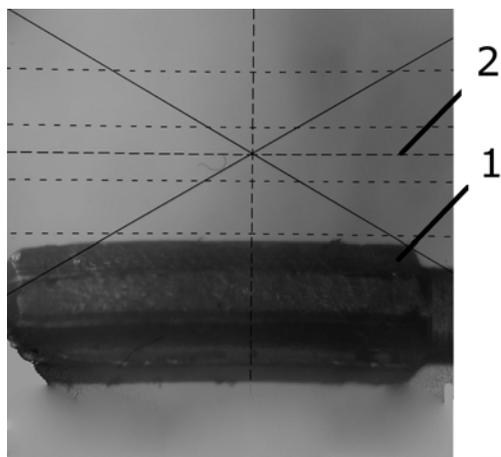


Рис. 2.13. Положение устройства на столе микроскопа, при котором ось испытуемого инструмента расположена параллельно продольной оси перемещения:  
 1 – испытуемый инструмент; 2 – горизонтальная линия сетки окуляра микроскопа

После этого за счет соответствующих перемещений стола с помощью микровинтов его продольной и поперечной подач установить испытуемый бор в положение, при котором горизонтальная линия сетки будет касаться выступающей части головки бора или алмазной головки (рис. 2.14).

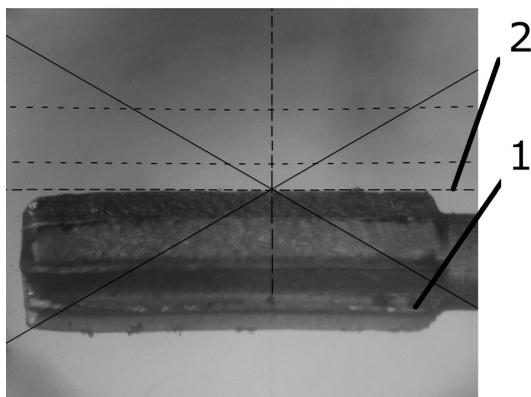


Рис. 2.14. Положение бора в начальный момент процедуры измерения радиального биения его головки:  
 1 – головка бора; 2 – горизонтальная линия сетки окуляра микроскопа

В этом положении снять показания на микровинте (цена деления – 5 мкм) поперечной подачи стола микроскопа. Затем включить кнопочный выключатель цепи питания электродвигателя устройства. Наблюдая в окуляр микроскопа положение выступающей части головки бора при его медленном вращении, отключить привод в тот момент, когда положение выступающей части головки бора отклонится от исходного. Затем путем вращения микровинта поперечной подачи стола микроскопа вновь совместить горизонтальную линию сетки окуляра с выступающей частью головки бора и снять отсчет показаний микровинта. Эту процедуру следует повторить несколько раз за полный оборот бора. Величина радиального биения его головки будет соответствовать максимальной разности показаний микровинта за один оборот испытуемого бора или алмазной головки. Полученное значение радиального биения головки бора занести в протокол испытаний.

### Описание устройства испытания прочности шейки бора

На рис. 2.15 приведена фотография устройства испытания прочности шейки бора.

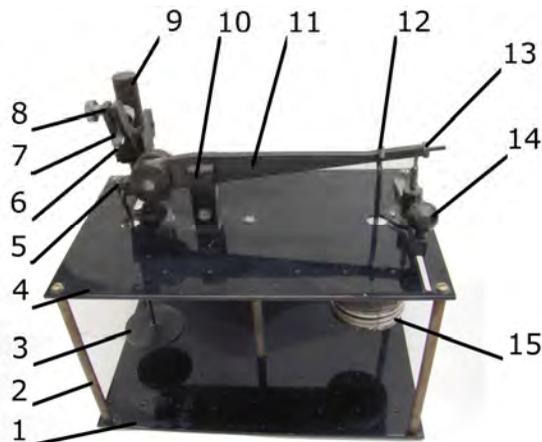


Рис. 2.15. Фотография устройства испытания прочности шейки боров:

- 1 – основание; 2 – вертикальная стойка; 3 – подвес; 4 – верхняя плита;
- 5 – твердосплавный наконечник; 6 – испытуемый бор; 7 – патрон; 8 – кронштейн;
- 9 – цилиндрическая стойка; 10 – кронштейн; 11 – качающийся рычаг; 12 – рычаг;
- 13 – устройство уравнивания; 14 – клин; 15 – грузоприемная чаша

Данное устройство полностью соответствует стандартной методике испытания прочности шейки боров (рис. 2.9). Оно состоит из нижней плиты (основания) 1, к которому посредством пяти вертикальных стоек 2 закреплена верхняя плита 4. На ней смонтирован кронштейн 10, в котором на призматической опоре (ноже) установлен качающийся рычаг 11. На одном его конце закреплен твердосплавный наконечник 5 и подвес грузоприемной чашки 3. На другом конце – подвес для грузоприемной чашки 15, а также устройство точного уравнивания рычага 13. Для фиксирования рычага в нерабочем состоянии служит клин 14.

К плите, с возможностью регулировочных перемещений, закрепляется цилиндрическая стойка 9 (рис. 2.16), на которой установлен кронштейн 8. На ее конце установлен патрон 7 для закрепления испытуемого бора 6.

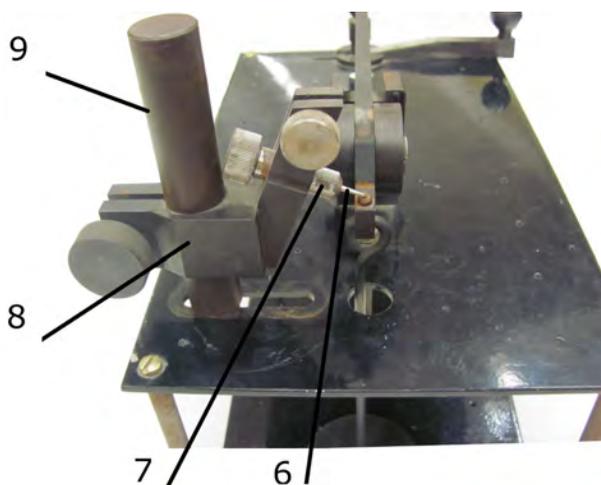


Рис. 2.16. Фотография устройства испытания прочности шейки боров (вид сбоку):  
6 – испытуемый бор; 7 – патрон; 8 – кронштейн;  
9 – цилиндрическая стойка

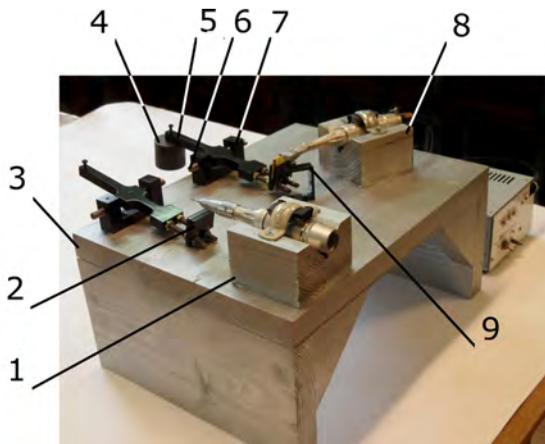
Методика проведения испытаний включает в себя последовательное выполнение следующих действий. С помощью клина 14 зафиксировать положение рычага 11. Установить испытуемый бор 6, с ранее измеренным радиальным биением его головки, в патрон 7

так, чтобы он фиксировался на уровне соединения шейки и хвостовика. Для этого необходимо повернуть кронштейн 8 на цилиндрической стойке 9 в удобное положение, предварительно ослабив зажимную гайку и закрепить бор в патроне. Затем за счет регуляторного перемещения кронштейна 8 на стойке 9 установить бор в положение, при котором его головка будет касаться поверхности твердосплавного наконечника 5 на рычаге 11. По завершению этих действий перевести рычаг в рабочее положение, для чего освободить клин 14 и одновременно с этим начать отсчет времени (требуемая нагрузка предварительно уже установлена). По истечении 7 секунд клином зафиксировать положение рычага. С помощью описанных выше действий раскрепить испытуемый бор и провести измерение радиального биения его рабочей части. Если величина радиального биения до проведения испытаний и после их завершения не изменилась, то считается, что бор прошел испытания прочности шейки.

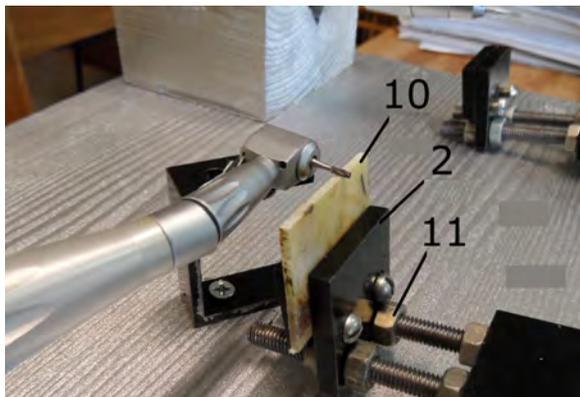
### **Описание устройства для испытания режущей способности боров**

На рис. 2.17 приведена фотография устройства для испытания режущей способности боров.

На массивном деревянном основании 3 установлены призмы для крепления микромоторов (1 – для микромотора с прямым наконечником, 8 – для микромотора с угловым наконечником). Упор 9 служит для поддержки зажима углового наконечника и предотвращения его проворота. Подача распиливаемого образца к испытуемому бору осуществляется с помощью узла нагружения 7, представляющего собой кронштейн, в центрах 6 которого установлен рычаг 5 с возможностью свободного поворота (относительно центров). На одном конце рычага 5 установлен зажим 2 для закрепления распиливаемого образца 10 текстолита. Расстояние от зажима до наконечника может изменяться путем регулировки вылета зажима относительно края рычага с помощью крепежных гаек 11, что позволяет проводить испытания боров с различной длиной рабочей части. На другом конце рычага находится подвес для аттестованного груза 4, с помощью которого к распиливаемому образцу прикладывается необходимое усилие.



*a*



*б*

Рис. 2.17. Устройство для испытания режущей способности боров:

*a* – фотография общего вида; *б* – зона резания:

1 – призма; 2 – зажим; 3 – основание; 4 – груз; 5 – рычаг; 6 – центра; 7 – узел нагружения; 8 – призма; 9 – упор; 10 – распиливаемый образец; 11 – гайка

### **Порядок работы с установкой:**

- 1) определить тип выданного зубного бора;
- 2) закрепить распиливаемый образец текстолита в зажим 2 соответствующего выданному бору наконечника;
- 3) установить испытуемый бор в наконечник;

4) при необходимости регулировочными гайками *11* отрегулировать вылет зажима относительно рычага таким образом, чтобы образца из текстолита касалась только режущая часть бора;

5) подвесить груз;

6) включить тумблер «Питание» на блоке, проконтролировать загорание светодиода (рис. 2.18);

7) одновременно включить вращение бора в нужную сторону соответствующей кнопкой панели управления блока питания и запустить секундомер (к работе не прилагается);

8) по прошествии заданного периода времени, определенного по секундомеру, нажать кнопку «Стоп»;

9) выключить тумблер «Питание», проконтролировать затухание светодиода;

10) извлечь бор из наконечника;

11) извлечь распиливаемый образец из зажима;

12) с помощью инструментального микроскопа измерить глубину пропила.



Рис. 2.18. Блок питания

### Порядок выполнения работы

1. Получить у инженера или преподавателя испытуемые боры и алмазные стоматологические головки.

2. С помощью микрометра МК-25 измерить диаметр хвостовиков испытываемых изделий и диаметр их рабочей части (головки).

3. С помощью штангенциркуля ШЦ-1 измерить общую длину испытываемых изделий.

4. С помощью устройства для измерения радиального биения боров и микроскопа МИМ-5 измерить диаметр шейки, диаметр рабочей части и ее длину. Измерить общее радиальное биение рабочей части и шейки боров.

5. По результатам измерений выполнить рабочий чертеж испытываемого изделия и определить его вид.

6. Согласно методике, изложенной выше, провести испытания прочности шейки боров.

7. Согласно методике, изложенной выше, провести испытания режущей способности боров.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.

2. Инструменты и принадлежности.

3. Краткие сведения о борах и алмазных стоматологических головках.

4. Основные этапы изготовления стальных и твердосплавных боров.

5. Сущность формирования алмазосодержащего слоя методом гальваностегии.

6. Методы испытания боров.

7. Схема устройства для измерения общего радиального биения боров.

8. Схема устройства измерения прочности шейки боров.

9. Схема устройства определения режущей способности боров.

10. Результаты измерений геометрических параметров боров и алмазных головок, представленные в виде рабочих чертежей этих изделий.

11. Результаты испытаний прочности шейки боров и их режущей способности.

## Контрольные вопросы

1. Назовите основные конструктивные элементы боров.
2. Из каких материалов изготавливаются боры?
3. Чем отличаются боры для прямого, углового и турбинного наконечников?
4. Перечислите основные этапы изготовления стальных и твердосплавных боров.
5. В чем заключается принцип формообразования изделий при обработке на автоматах продольного точения?
6. В чем заключается метод гальваностегии?
7. Каким образом осуществляется термообработка стальных боров?
8. Какова методика измерения общего радиального биения боров?
9. Какова методика измерения прочности шейки боров?
10. Какова методика измерения режущей способности боров?

## Лабораторная работа № 3

### ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ОПРАВ КОРРИГИРУЮЩИХ ОЧКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ

**Цель работы:** 1. Изучить конструкции оправ корригирующих очков. 2. Провести испытания оправ корригирующих очков на механическую прочность и на деформацию.

#### Оборудование и принадлежности к работе

1. Оправа корригирующих очков.
2. Стенды для испытания оправ корригирующих очков.
3. Набор гирь.
4. Линейка металлическая.

#### Основные теоретические сведения

##### Основные сведения об очковых оправках

*Оправа* – устройство для фиксации линз в заданном положении. Ее задачей является обеспечение правильного положения линз перед глазами. Идеальным считается положение, при котором средняя линия световых проемов (световой проем есть пространство, ограниченное ободком оправы) проходит примерно через центры зрачков или несколько ниже. Оптимально, когда задняя поверхность линз находится на расстоянии 12 мм от вершины роговицы. Исключения составляют лишь так называемые очки-половинки, облегчающие перевод взгляда с дальних расстояний (поверх очков) на ближние (сквозь очки). На практике посадка оправы часто дает немного завышенное положение зрачка относительно средней линии светового проема.

На оправы корригирующих очков, являющиеся изделиями медицинской техники, распространяется ГОСТ 31589-2012 «Оптика офтальмологическая. Оправы корригирующих очков. Общие технические требования и методы испытаний».

Оправы в зависимости от их конструктивных особенностей можно разделить на следующие типы: ободковые, полуободковые и безободковые.

*Ободковые, или полноободковые, оправы* – оправы, световые проемы которых полностью ограничены ободком. Существуют металлические, пластиковые и комбинированные модели ободковых оправ.

*Полуободковые оправы* – оправы, в которых ободком ограничена верхняя часть световых проемов (гораздо реже – нижняя). Помимо полуободка для крепления линз в этих оправках чаще всего используется нейлоновая леска. Полуободковые оправки могут быть пластиковыми, металлическими и комбинированными.

*Безободковые оправы* – оправки, которые не имеют рамки. Линзы в них удерживаются за счет винтовых креплений. В традиционных безободковых оправках, как правило, линзы имеют отверстия в назальной и темпоральной частях, в которые винт вставляется с внешней стороны линзы и закрепляется с внутренней. Существуют конструкции, позволяющие производить вставку винта с внутренней стороны, а для закрепления его с наружной стороны применяются специальные декоративные крепежные элементы. Одним из преимуществ безободковых оправ является то, что они малозаметны на лице. Однако следует учитывать, что использование для сборки в безободковые оправки отрицательных и положительных очковых линз высоких рефракций часто сводит это преимущество на нет.

Для того чтобы определить свои размеры оправки (солнцезащитных очков), можно идти разными путями. Самое простое – воспользоваться теми очками, которые вы носите в настоящее время (при условии, что они, конечно, вам подходят). С внутренней стороны правого заушника (иногда – на мостике) рядом с наименованием модели вы увидите три числа (все – в миллиметрах) (рис. 3.1).

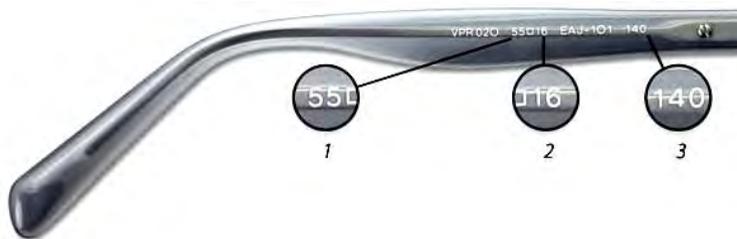


Рис. 3.1. Обозначение оправки:  
1, 2, 3 – обозначение типоразмера оправки

Два первых числа обычно разделяет наклонная черта или изображение квадрата. Бывает так, что числа нанесены слишком мелко или же уже частично стерлись от длительного ношения очков. В этом случае вы можете провести замеры образца самостоятельно.

При выборе оправы, за исключением некоторых случаев, вряд ли есть смысл отталкиваться строго от ее размеров. Прежде всего, нужно примерить оправу. Если вам нравится, как она выглядит на вашем лице, то, скорее всего, и ее размер вам подходит. Тем не менее существует золотое правило, согласно которому общая ширина рамки оправы должна примерно равняться ширине лица. В этом случае будет полностью комфортно.

Ширину лица можно узнать при помощи линейки. Для удобства к каждому уху нужно приложить карандаши, а затем измерить расстояние между ними на уровне переносицы.

Размеры оправ и заушника должны соответствовать размерам, указанным на рис. 3.2 и в табл. 3.1.

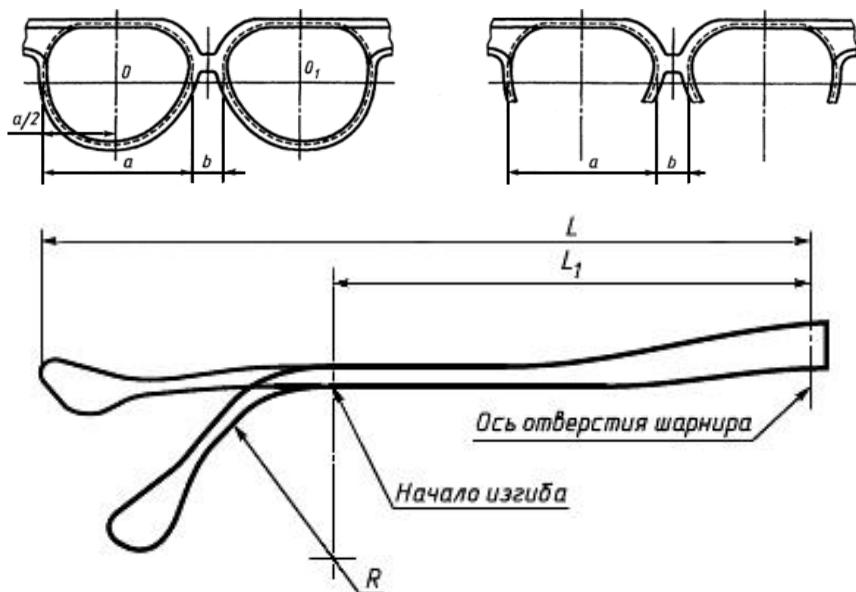


Рис. 3.2. Размеры оправ и заушника:  
 $O$  и  $O_1$  – центры очковых линз;  $a$  – ширина проема под очковую линзу;  
 $b$  – ширина переносицы;  $L$  – длина дужки;  $L_1$  – расстояние от точки  
 крепления дужки до ушного изгиба

Таблица 3.1

## Размеры оправ и заушника

Размер	Диапазон номинальных значений	Шаг, мм
<i>a</i>	34–60	1
<i>b</i>	10–28	1
<i>L</i>	55–115	5

От выбора материала, из которого изготовлена очковая оправка, во многом зависят ее внешний вид, вес, срок службы, а также некоторые другие характеристики. Основными материалами являются пластмассы и металлы.

**Пластмассы**

*Ацетат целлюлозы* – один из несомненных лидеров среди материалов, используемых для производства оправ как для корректирующих, так и для солнцезащитных очков. В основном на рынке преобладают фрезерованные оправы из ацетата целлюлозы, так как они характеризуются большим разнообразием форм и расцветок.

*Кевлар* – одна из самых прочных пластмасс, служащая для изготовления медицинских оправ и солнцезащитных очков. При производстве кевлара к полиамиду добавляются упрочняющие волокна арамида – полимера, широко используемого для изготовления кабелей, бронежилетов, защитных шлемов.

*Оптил* – материал, созданный на основе эпоксидных смол. Он на 20 % легче, чем ацетат целлюлозы. Данный вид пластмассы часто используется для изготовления спортивных очков. Кроме того, он обладает выдающимися декоративными свойствами, так как позволяет включать в себя «чужеродные» элементы: кусочки ткани, металла и т. д.

**Металлы и сплавы**

Для оптики имеют значение четыре группы металлов, каждая из которых требует к себе особого отношения, – сплавы меди, нержавеющая сталь, алюминий и титан.

*Сплавы меди.* В качестве легирующих элементов в сплавах меди чаще всего используют никель, цинк, олово, свинец, железо, бериллий. По составу легирующих элементов сплавы меди разделяют на:

- латунь (сплав меди с цинком);
- бронзу (сплав меди с оловом);
- медно-никелевые сплавы.

Оловянная бронза. Этот сплав меди с оловом используют для изготовления заушников недорогих оправ. Оловянная бронза отличается невысокой коррозионной стойкостью.

Нейзильбер. С немецкого «neusilber» дословно переводится как «новое серебро». С серебром нейзильбер объединяет серебристый цвет, которому обязан присутствием в своем составе никеля. Наряду с никелем нейзильбер также содержит медь ( $\approx 50\%$ ) и цинк. Из данного сплава можно изготовить любую деталь оправы. Однако в силу того, что материал умеренно подвержен коррозии и может вызвать аллергическую реакцию у пользователя очков, применяют его преимущественно в производстве недорогих оправ. В оправках более высокой ценовой категории могут быть использованы мелкие детали из нейзильбера, которые не соприкасаются с кожей. Согласно ГОСТ 31589-2012 «Оптика офтальмологическая. Оправы корригирующих очков. Общие технические требования и методы испытаний» на шарнирах, винтах и заклепках, изготовленных из нейзильбера, допускается отсутствие защитно-декоративных покрытий.

*Нержавеющая сталь.* Данный материал довольно популярен у производителей оправ. Он относится к черным металлам и представляет собой сплав на основе железа. Элемент, который делает обычную сталь нержавеющей, – это хром. Его в составе стали должно содержаться не менее  $10,5\%$ , в противном случае не будет гарантирована высокая коррозионная стойкость сплава. Производители качественных стальных оправ часто используют сталь с  $18\%$  содержанием хрома и  $10\%$  – никеля. Это так называемая хромоникелевая сталь. Кроме уже упомянутых железа, хрома и никеля в сплаве содержится  $0,12\%$  углерода и до  $1\%$  прочих примесей. Сталь с таким составом используют для изготовления медицинских инструментов. Благодаря своей высокой плотности, она устойчива к образованию царапин, в которых обычно скапливается грязь, являющаяся благоприятной средой для размножения микробов. Нержавеющая сталь устойчива к воздействию кислот и щелочей даже при высоких температурах. К плюсам работы со сплавом для производителей оправ можно отнести следующие: возможность изготовления из нее очень легких и филигранных оправ (механические свойства нержавеющей стали позволяют снизить толщину используемых материалов, тем самым уменьшив вес изделия без ухудшения прочностных характеристик); легкость обработки (стальные оправы

легко декорировать); невысокая относительно других материалов со схожими свойствами цена.

### ***Натуральные материалы***

Помимо металлов и пластмасс, при изготовлении оправ используют также натуральные материалы, в частности кожа, дерево и рог.

### **Методы испытаний оправ корректирующих очков**

Испытания оправ корректирующих очков проводятся по методикам, изложенным в ГОСТ 31589-2012 «Оптика офтальмологическая. Оправы корректирующих очков. Общие технические требования и методы испытаний».

### **Испытания оправ корректирующих очков на механическую прочность. Средства контроля и вспомогательные устройства**

Общий вид и конструкция зажимов испытательной установки для проверки механической прочности оправы приведены на рис. 3.4.

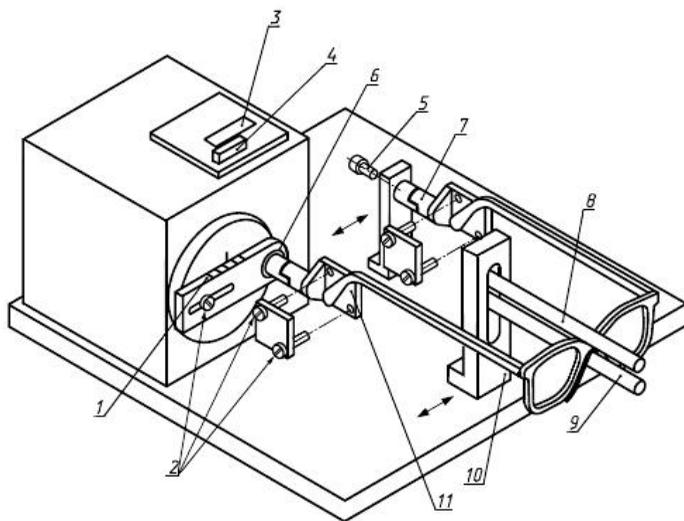


Рис. 3.4. Установка для проверки прочности очковой оправы:

- 1 – шкала амплитуды смещения очковой оправы;
- 2 – крепежные винты;
- 3 – окно счетчика;
- 4 – контрольный выключатель;
- 5 – фиксационный винт;
- 6 – шариковый подшипник;
- 7 – универсальный шарнир;
- 8 – регулируемый ограничитель моста;
- 9 – регулируемый узел поддержки моста;
- 10 – регулируемая стойка для очковых оправ;
- 11 – подвижный зажим

Измерительная установка состоит из двух зажимов *11* для удержания наушников, установленных на универсальных шарнирах *7* (рис. 3.4), и узла поддержки моста *9*. Узел поддержки моста *9* состоит из стержня диаметром  $10 \pm 1$  мм с жесткой металлической пластиной толщиной  $1 \pm 0,5$  мм. Взаимное расположение зажимов *11* и узла поддержки моста *9* допускает регулировку в пределах 40 мм по горизонтали и вертикали. Диапазон перемещения подвижного зажима *11* вниз –  $30 \pm 0,5$  мм, в сторону –  $60 \pm 1$  мм, вверх –  $30 \pm 0,5$  мм с частотой до 40 циклов в минуту.

Описание испытательного стенда приводится на рис. 3.5 и 3.6.

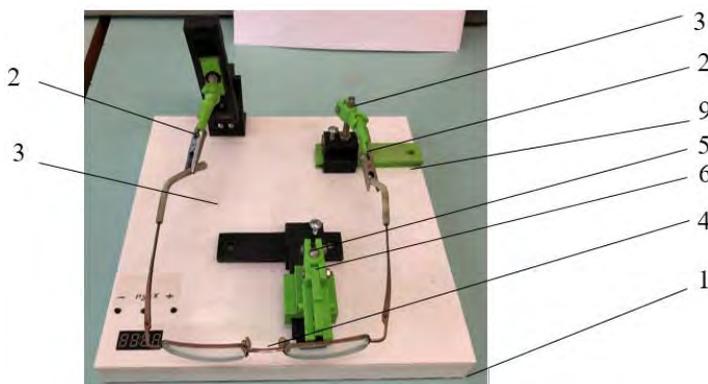


Рис. 3.5. Испытательный стенд:

*1* – основание; *2* – зажим; *3* – шарнир; *4* – узел поддержки моста; *5* – стержень; *6* – пластина; *7* – ЖК-дисплей; *8* – гнездо USB; *9* – пластина

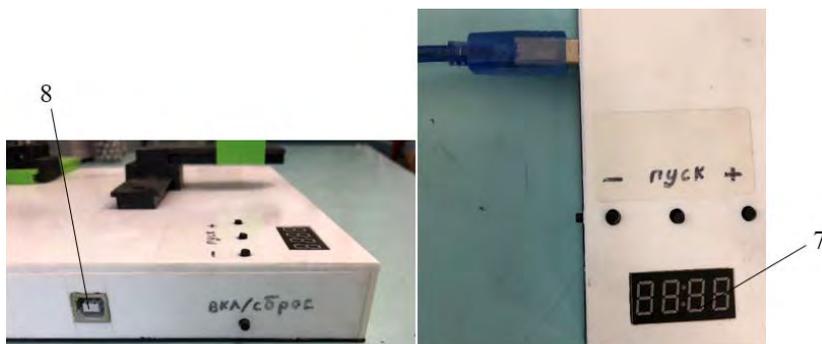


Рис. 3.6. Фотография панели управления кнопкой на испытательной установке:  
*7* – ЖК-дисплей; *8* – гнездо USB

Испытательный стенд состоит из основания 1, на котором располагаются электронный блок управления приводом стенда, два зажима 2 для удержания заушников, установленных на универсальных шарнирах 3, и узел поддержки моста 4. Узел поддержки моста 4 состоит из стержня 5, диаметром  $10 \pm 1$  мм, с жесткой металлической пластиной 6, толщиной  $1 \pm 0,5$  мм. Взаимное расположение зажимов 2 и узла поддержки моста 4 допускает регулировку в пределах 40 мм по горизонтали и вертикали. Кроме того, на основании 1 располагается панель управления стендом, включающая четырехразрядный ЖК-дисплей 7 и кнопки «ПУСК», «+» и «-». Сбоку основания располагается гнездо 8 для подключения стенда к USB-порту компьютера (для питания).

*Порядок работы с установкой:*

1) перед закреплением очковой оправы на испытательном стенде отметить точки крепления и измерения на оправе;

2) перед испытанием полностью раскрыть заушники очковой оправы и измерить расстояние между ними в точках крепления и измерения;

3) закрепить очковую оправу с установленными пробными линзами на испытательной установке и убедиться, что фиксационный винт 9 ослаблен и позволяет фиксированному зажиму 2 выровняться в соответствии с внутренним углом схождения заушника, а затем быть затянутым (рис. 3.5);

4) подключить стенд к компьютеру посредством USB-кабеля;

5) включить, нажав кнопку «ВКЛ», а после кнопку «ПУСК». Для регулировки числа оборотов счетчика воспользоваться кнопками «+» либо «-» (рис. 3.6);

6) произвести испытания оправы для заданного количества оборотов счетчика.

### **Испытание оправ коррегирующих очков на деформируемость. Средства контроля и вспомогательные устройства**

Испытание на деформируемость моста оправы коррегирующих очков проводят на установке, схема которой приведена на рис. 3.7.

Линейный измерительный прибор 1 – с точностью измерения не менее 0,1 мм. Вертикально установленная кольцевая струбцина 2 должна обеспечивать фиксацию оправы без ее перекручивания и/или скольжения. Кольцевая струбцина 2 (диаметр  $25 \pm 2$  мм) имеет две

контактные поверхности, изготовленные из стойкого эластичного материала, например, полиамида. Давящий штырь 5 имеет диаметр  $10 \pm 1$  мм. Опорный конец давящего штыря 5 выполнен в виде полу-сферы. Контактные поверхности струбицы 2 могут смещаться относительно горизонтальной оси испытательной установки на  $\pm 10$  мм. Давящий штырь 5 смещается относительно горизонтальной оси на плюс 10, минус 8 мм. Расстояние между струбицей 2 и давящим штырем 5 должно быть регулируемым.

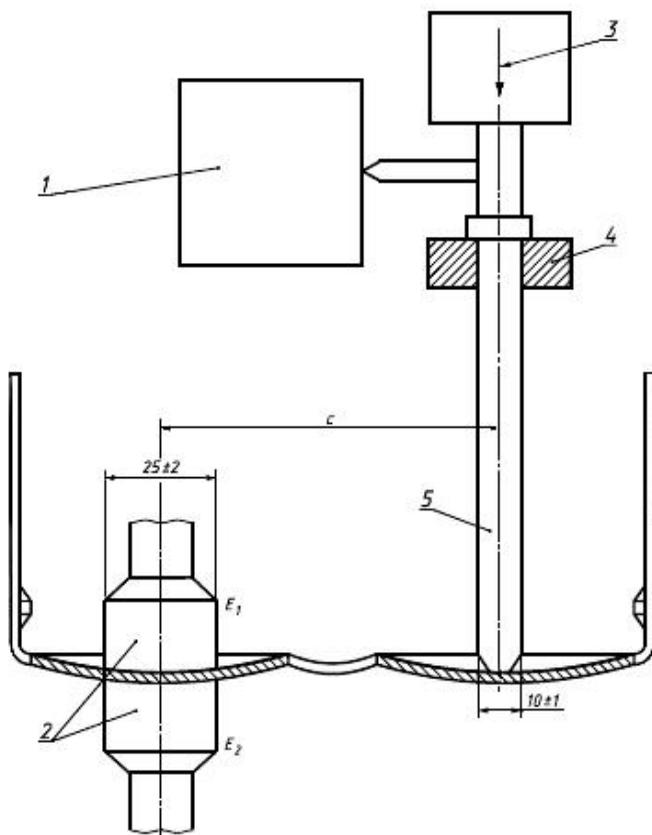


Рис. 3.7. Схема испытательного стенда:

- 1 – измерительный прибор; 2 – кольцевая струбина;  
 3 – направление и точка приложения силы ( $\leq 5$  Н); 4 – направляющее кольцо;  
 5 – давящий штырь;  $E_1, E_2$  – контактные поверхности

Описание испытательного стенда приводится по рис. 3.8.

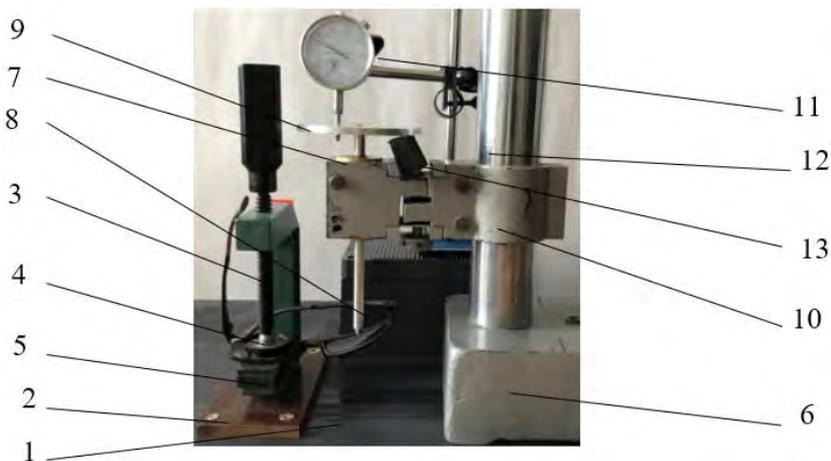


Рис. 3.8. Фотография испытательного стенда:

1 – основание; 2 – пластина; 3 – трубка; 4 – подвижная опора;  
5 – неподвижная опора; 6 – подвижная стойка; 7 – втулка; 8 – штырь; 9 – диск;  
10 – опора; 11 – индикатор ИЧ-10; 12 – штатив; 13 – ограничитель

Испытательный стенд на рис. 3.8 состоит из массивного основания 1, на котором располагается закрепленная на пластине 2 трубка 3, имеющая подвижную 4 и неподвижную 5 опоры, подвижная стойка 6 с установленным через втулку 7 по скользящей посадке давящем штырем 8 с диском 9, зафиксированная опора 10, на которой устанавливается индикатор 11 часового типа ИЧ-10 посредством штатива 12. В начальном положении давящий штырь 8 зафиксирован от перемещения вниз ограничителем 13.

### Порядок выполнения работы

1. Закрепить испытуемый образец на установке за геометрический центр линзы с допустимым отклонением 2 мм. При этом передняя часть оправы 4 должна быть направлена вниз (рис. 3.8).

2. Опустить давящий штырь 8 так, чтобы он находился на задней поверхности незакрепленной линзы в пределах 2 мм от ее геометрического центра, и убедиться в том, что не происходит смещения линзы. Записать данный результат как начальную позицию.

3. Затем медленно и плавно опустить давящий штырь *14* вниз, приложив силу  $\leq 5$  Н на расстоянии  $10 \pm 1$  % от расстояния между центрами линз. Требуемый вес (2–5 Н) набрать с помощью гирь *15*, учитывая, что вес давящего штыря *14* составляет 1 Н (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Фотография стенда с установленными гирями:  
*14* – штырь; *15* – набор гирь

4. Если наибольшая сила 5 Н недостаточна для смещения давящего штыря на требуемое расстояние, продолжить испытание, записав значение смещения.

5. Воздействие давящего штыря продолжать в течение 5 с, затем отвести его вверх, чтобы он не касался линзы. После перерыва в 20 с вновь опускать давящий штырь, пока он не соприкоснется с линзой.

6. Определить смещение давящего штыря от его начальной позиции и рассчитать деформацию  $\varphi$ , %, по формуле:

$$\varphi = \frac{x}{c} \cdot 100, \quad (3.1)$$

где  $x$  – смещение давящего штыря, мм;

$c$  – расстояние между центрами линз, мм.

После испытания провести осмотр образца. Оправу считают выдержавшей испытание, если на ней не осталось трещин и поломок.

7. Результаты экспериментальных данных занести в табл. 3.2.

Таблица 3.2

### Экспериментальные данные

№ п/п	Нагрузка на давящем штыре, Н	Смещение давящего штыря, мм
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Инструменты и принадлежности.
3. Требования, предъявляемые к очковым оправам.
4. Виды оправ.
5. Материалы для изготовления очковых оправ.
6. Схема устройства для испытания очковых оправ на механическую прочность.
7. Схема устройства для испытания очковых оправ на деформируемость.
8. Результаты экспериментальных данных.

### Контрольные вопросы

1. Что означают понятие «оправа корригирующих очков»?
2. Назовите основные требования, предъявляемые к очковым оправам.
3. Назовите виды оправ.
4. Перечислите материалы для изготовления очковых оправ.
5. Приведите схему устройства для испытания очковых оправ на механическую прочность.
6. Приведите схему устройства для испытания очковых оправ на деформацию.

## Лабораторная работа № 4

### МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ ОДНОРАЗОВЫХ ИНЪЕКЦИОННЫХ ИГЛ

**Цель работы:** 1. Изучить назначение одноразовых инъекционных игл. 2. Изучить методы испытаний (контроля) инъекционных игл. 3. Провести измерения геометрических параметров инъекционных игл. 4. Провести испытания конца иглы на отсутствие заусенцев. 5. Провести проверку отклонения трубки от оси головки. 6. Провести испытания упругих свойств трубки. 7. Провести испытания трубки на прочность. 8. Провести испытания прочности соединения трубки с головкой. 9. Провести испытания инъекционной иглы по усилию прокалывания полиэтиленовой пленки.

#### Инструменты и принадлежности к работе

1. Образцы одноразовых инъекционных игл.
2. Штангенциркуль ШЦ-1-125.
3. Линейка с ценой деления 1 мм.
4. Вата медицинская.
5. Транспортёр.
6. Приспособление для определения отклонения трубки от оси головки инъекционной иглы.
7. Полиэтиленовая пленка высокого давления (ГОСТ 10354-82) толщиной  $150 \pm 15$  мкм.
8. Устройство для испытания инъекционных игл на усилие прокалывания полиэтиленовой пленки.

#### Основные теоретические сведения

##### Основные сведения об инъекционных иглах

Иглы для внутримышечных и внутривенных (подкожных) инъекций представляют собой металлическую трубку (из нержавеющей стали 12Х18Н10Т) различного диаметра и длины (рис. 4.1).

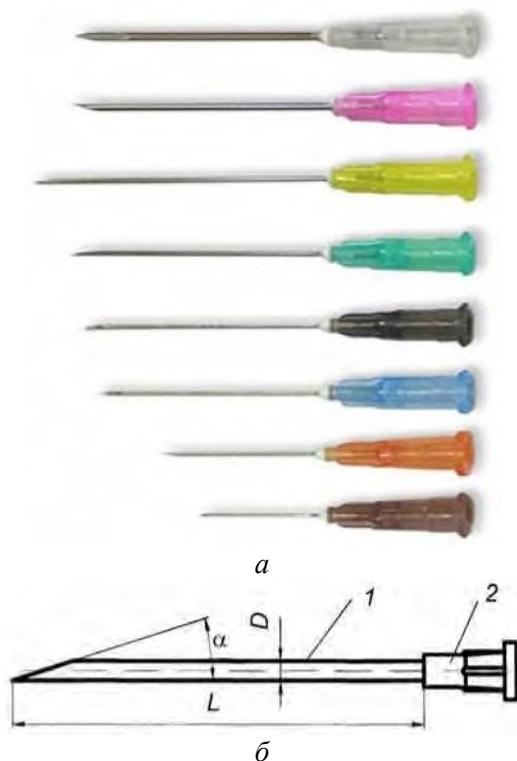


Рис. 4.1. Фотография (а) и основные элементы (б) инъекционных игл:  
1 – трубка; 2 – головка

Игла состоит из трубки 1 и головки 2. Один конец иглы, предназначенный для проникновения в ткани, заточен и называется острием. Другой конец, который насаживается на подыгольный конус шприца, называется канюлей (головкой иглы).

В зависимости от внутреннего диаметра и длины выпускаются инъекционные иглы разных размеров: 0415, 0420, 0520, 0840, 1060. Первые две цифры обозначают внутренний диаметр иглы в мм, увеличенный в 10 раз, две последние – длину иглы в мм. Так код иглы 0415 означает, что игла имеет внутренний диаметр 0,4 мм и длину 15 мм.

Основные размеры должны соответствовать значениям, указанным в табл. 4.1.

Таблица 4.1

## Основные размеры игл

Показатель размеров иглы	Размеры иглы, мм				Диаметр отверстия
	Диаметр $D$		Длина $L$		
	min	max	номинальная	предельное отклонение	
0,45×10	0,44	0,47	10	±1,0	0,24
0,45×15 (0,45×16)			15 (16)		
0,45×25			25		
0,5×15 (0,5×16)	0,50	0,53	15 (16)	±1,0	
0,5×25			25	±1,5	
0,5×40 (0,5×38)			40 (38)		
0,6×25	0,62	0,65	25		0,32
0,6×30 (0,6×32)			30 (32)		
0,7×25	0,70	0,73	25		0,39
0,7×30 (0,7×32)			30 (32)		
0,8×25	0,8	0,83	25		0,49
0,8×35			35		
0,8×40 (0,8×38)			40 (38)		
0,8×50			50		
0,9×25	0,86	0,92	25		0,56
0,9×40 (0,9×38)			40 (38)		
1,1×40 (1,1×38)	1,03	1,1			0,65
1,1×40 (1,1×38)ТС					0,79
1,2×40 (1,2×38)ТС	1,21	1,30			0,90
1,2×40 (1,2×38)ТС					0,79
1,2×50					50
1,5×40 (1,5×38)	1,48	1,54	40 (38)		0,99
1,5×40 (1,5×38)ТС					1,20

В зависимости от толщины трубки иглы изготавливают с обычной стенкой (без обозначения) и с тонкой стенкой (обозначают буквами ТС).

Диаметр иглы определяется вязкостью вводимого лекарственного вещества. Например, для введения масляных растворов и крови используются иглы с более широким внутренним просветом.

Острие иглы характеризуется углом заточки  $\alpha$  (рис. 4.1, б) и формой. Угол заточки острия иглы может быть от  $10^\circ$  до  $45^\circ$ . Чем меньше угол заточки острия иглы, тем лучше ее пенетрационные способности. Для внутрикожных, подкожных и внутримышечных инъекций используют иглы с углом заточки  $\alpha = 12^\circ \pm 2^\circ$  – исполнение с длинным срезом (без обозначения) – и  $\alpha = 18^\circ \pm 2^\circ$  – исполнение с коротким срезом (обозначают буквой К).

Наиболее распространенными формами заточки острия иглы являются плоская, кинжальная и копьевидная (рис. 4.2).

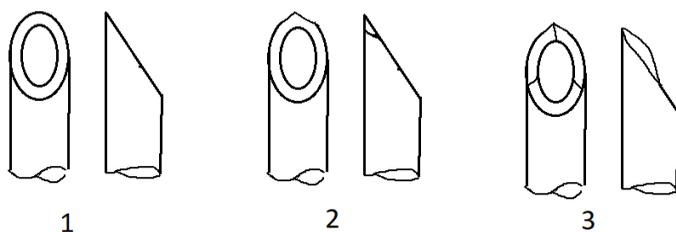


Рис. 4.2. Формы заточки острия игл:  
1 – плоская; 2 – кинжальная; 3 – копьевидная

Условное обозначение иглы должно включать ее наименование, тип, диаметр, длину и нормативный документ на иглы конкретного типа.

### **Методы испытаний (контроля) инъекционных игл**

Испытания проводят на стерилизованных иглах.

Проверку размеров игл на соответствие требованиям ГОСТ 25046-2005, в части прямолинейности для игл длиной свыше 50 мм, осуществляют универсальными средствами измерений, обеспечивающими требуемую точность. Радиусы притупления рабочей части иглы контролируют с помощью инструментального микроскопа на расстоянии 0,03 мм от конца иглы в сечении, перпендикулярном к оси инструмента.

Проверку упругих свойств трубки проводят одним из двух способов. В первом способе головку иглы прочно насаживают на нако-

нечник измерительного устройства. Нулевую точку шкалы, расположенную перпендикулярно к оси трубки, совмещают с концом острия трубки. Конец трубки перемещают (рис. 4.3) в направлении, перпендикулярном к оси трубки (изгиб) на расчетную величину  $a$ .

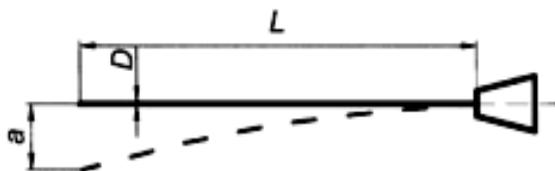


Рис. 4.3. Схема проверки упругих свойств трубки:  
 $D$  – диаметр иглы;  $L$  – длина иглы;  $a$  – величина изгиба

Значение изгиба в мм, определяют по формуле:

$$a = \frac{L^2}{350D}, \quad (4.1)$$

где  $L$  – длина трубки, мм;

$D$  – наружный диаметр трубки, мм.

Испытание трубки на изгиб проводят в обе стороны от оси симметрии; по окончании испытания вершина острия иглы должна совпадать с нулевой точкой шкалы; допусаемое отклонение –  $\pm 0,7$  мм.

Данная проверка не распространяется на иглы длиной до 25 мм.

Во втором способе (рис. 4.4) трубку иглы помещают на две опоры и к ее середине прилагают нагрузку.

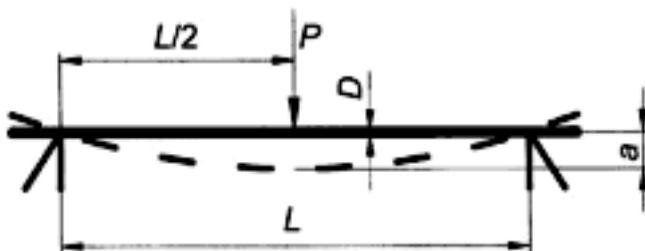


Рис. 4.4. Схема проверки упругих свойств трубки:  
 $L$  – расстояние между опорами, мм;  $P$  – нагрузка, Н;  $a$  – изгиб, мм

Расстояния между опорами, нагрузка и максимальный изгиб не должны превышать указанных в табл. 4.2 значений.

Таблица 4.2

Показания к проведению испытания упругих свойств трубки

Диаметр иглы, мм	Расстояние между опорами $L$ , мм	Нагрузка $P$ , Н	Изгиб $a$ , мм
0,45	10	6	0,53
0,5	10	7	0,36
0,6	12,5	15	0,75
0,7	15,0	15	0,60
0,8	15,0	15	0,40
0,9	17,5	15,5	0,48
1,1	25,0	20	0,82
1,1 ТС	25,0	10	0,65
1,2	25,0	20	0,58
1,2 ТС	25,0	10	0,40
1,5	28,0	20	0,50
1,5 ТС	28,0	10	0,45

Прочность трубки проверяют следующим образом (рис. 4.5): трубку отделяют от головки и плотно закрепляют за один конец в приспособлении.

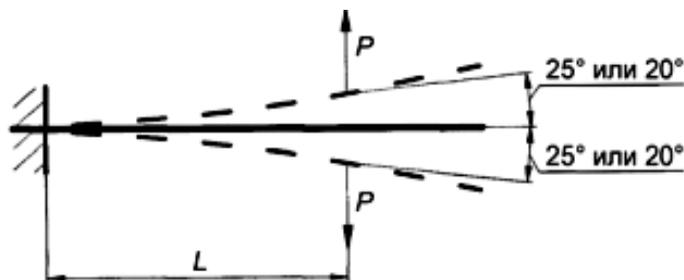


Рис. 4.5. Схема проверки прочности трубки:

$L$  – расстояние между жесткой опорой и точкой приложения изгибающего усилия;  
 $P$  – нагрузка, Н

На расстоянии, указанном в табл. 4.3, прилагают к трубке усилие так, чтобы она согнулась на  $\pm 25^\circ$  и  $\pm 20^\circ$  соответственно для обычных и тонкостенных игл. После 20 полных циклов приложения усилия в противоположных направлениях проверяют иглу на наличие излома.

Таблица 4.3

Значения расстояния  $L$  между жесткой опорой и точкой приложения изгибающего усилия при проверке трубок различного диаметра

Диаметр, мм	$L$
0,45	10
0,5	10
0,6	15
0,7	17,5
0,8	20
0,9	25
1,1	27,5
1,1 ТС	27,5
1,2	30
1,2 ТС	30

Испытания конца иглы на отсутствие заусенцев проводят уколом в вату. После укола на конце иглы не должно быть ватных волокон.

Проверку прочности соединения трубки с головкой иглы проводят приложением нагрузки к трубке и головке в направлении их разъединения. Значения испытательной нагрузки в зависимости от диаметра иглы должны соответствовать указанным в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Значения для проведения испытания прочности соединения трубки с головкой иглы для различных ее диаметров

Диаметр иглы, мм	Испытательная нагрузка, Н
0,45	22
0,5	22
0,6	34

Диаметр иглы, мм	Испытательная нагрузка, Н
0,7	40
0,8	44
0,9	54
1,1	69
1,1 ТС	69
1,2	69
1,2 ТС	69
1,5	69
1,5 ТС	69

Проверку отклонения трубки от оси головки проводят следующим образом. Головку иглы устанавливают на конус испытательного устройства, показанного на рис. 4.6. Оси головки и трубки должны быть параллельны линии градусной шкалы  $0^\circ$ . Допустимое отклонение –  $\pm 3^\circ$ .

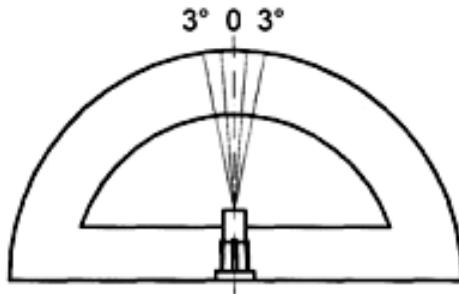


Рис. 4.6. Схема проверки отклонения трубки от оси головки

Проверку остроты проводят следующим образом: игла, закрепленная в приспособлении, совершает поступательные движения с постоянной скоростью  $40 \pm 10$  мм/мин и прокалывает пленку полиэтилена высокого давления по ГОСТ 10354-82 толщиной  $150 \pm 15$  мкм, закрепленную в рамке. Значения максимально допустимой силы прокалывания не должны превышать величин, указанных в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Значения максимальной силы прокалывания полиэтиленовой пленки иглами различного диаметра и исполнения

Диаметр иглы, мм	Сила прокалывания, Н, не более
0,45	0,50
0,5	0,60
0,6	0,70
0,7	0,80
0,8	0,90
0,9	1,00
1,1	1,15
1,1 ТС	1,15
1,2	1,20
1,2 ТС	1,20
1,5	1,20
1,5 ТС	1,20

Примечание: предельные отклонения испытательной нагрузки не должны превышать  $\pm 5\%$  номинальных значений.

### Описание устройства проверки упругих свойств трубки

Устройство (рис. 4.7) состоит из основания 1, на котором смонтирована призма 2. В ее пазу с помощью хомута 4 неподвижно установлен одноразовый шприц 3 с закрепленной на нем испытуемой иглой 5. На подставке 7, установленной на основании 1, расположена линейка 6 с ценой деления 1 мм, которая имеет возможность перемещаться по ее поверхности. Свободный конец иглы располагается в пазу рычага 9, установленного в направляющем кронштейне 8, и совершает движение в направлении, перпендикулярном оси трубки, вызывая отклонение ее свободного конца. Фотография общего вида устройства с указанием его основных элементов приведена на рис. 4.8.

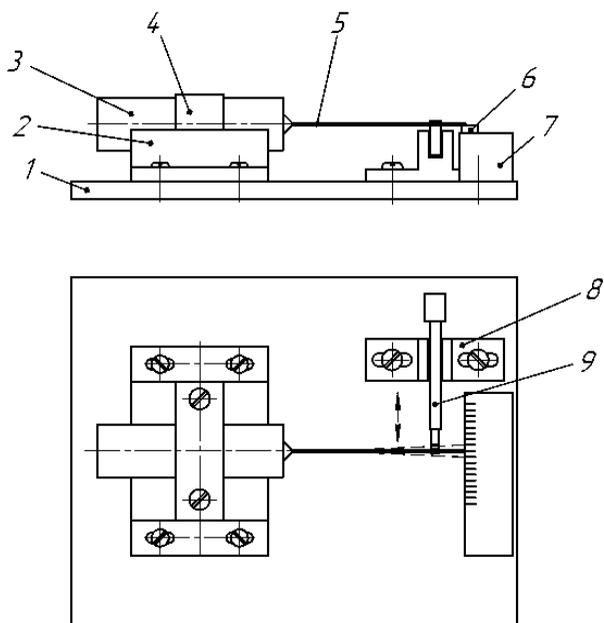


Рис. 4.7. Схема устройства проверки упругих свойств трубки:  
 1 – основание; 2 – призма; 3 – шприц; 4 – хомут; 5 – испытываемая игла;  
 6 – линейка; 7 – подставка; 8 – кронштейн; 9 – рычаг

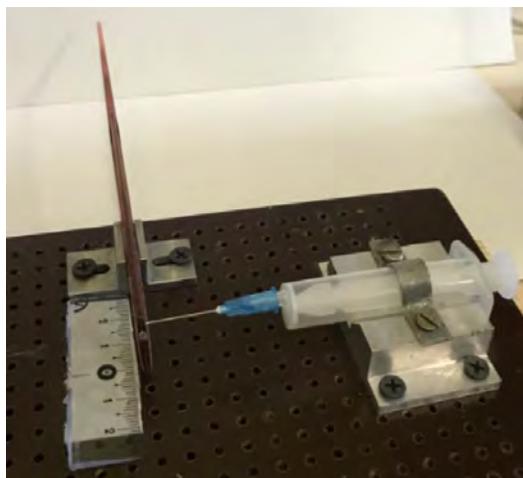


Рис. 4.8. Фотография устройства проверки упругих свойств трубки

Устройство работает следующим образом: испытуемая игла закрепляется на шприце, который устанавливается в пазу призмы и фиксируется хомутом. Линейка располагается на подставке таким образом, чтобы свободный конец иглы совпадал с нулевым делением на ее шкале. Затем вилка рычага вводится в контакт с концом иглы и вручную перемещается на требуемое значение деформации при изгибе в обе стороны от оси симметрии иглы. После этого вилка рычага выводится из примерно первоначального положения, которое не должно превышать  $\pm 0,7$  мм.

### Описание устройства проверки трубки на прочность

Схема устройства приведена на рис. 4.9.

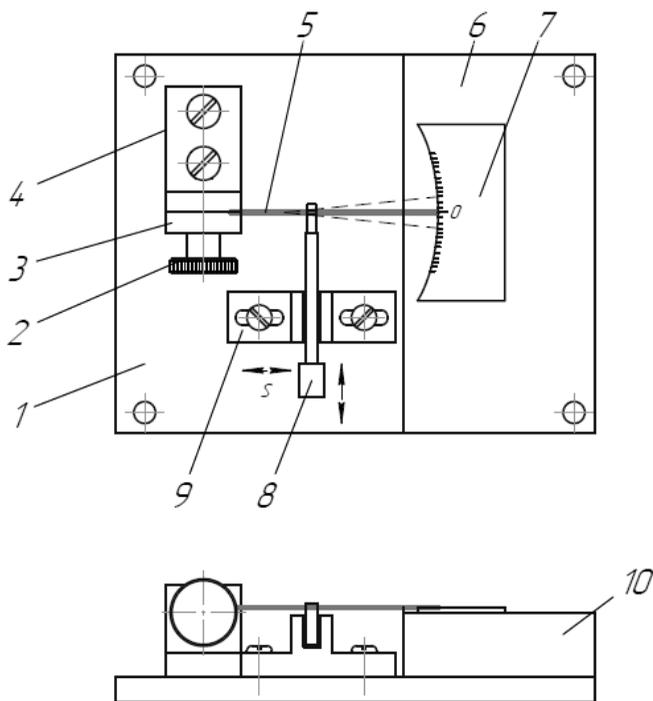


Рис. 4.9. Схема устройства проверки трубки на прочность:  
 1 – основание; 2 – винт; 3 – прижимная планка; 4 – кронштейн; 5 – игла;  
 6 – пластина; 7 – транспортер; 8 – рычаг; 9 – кронштейн; 10 – подставка

На основании *1* смонтирован узел крепления испытуемой трубки, предварительно отделенной от головки. Он представляет собой кронштейн *4*, крепко связанный с основанием, к которому с помощью резьбового соединения прикреплена прижимная планка *3*. Конiec иглы *5*, отсоединенный от головки, вставляется в паз между кронштейном и планкой. После винтом неподвижно (консольно) закрепляется на кронштейне. На подставке *10*, установленной на основании, помещается транспортер *7*, который имеет возможность перемещаться по ее поверхности.

На основании, с возможностью регулировочных перемещений вдоль оси иглы, установлен направляющий кронштейн *9*. В его пазу от руки перемещается рычаг *8*, имеющий на конце вилку, которая контактирует с испытуемой иглой. Фотография общего вида данного устройства представлена на рис. 4.10.



Рис. 4.10. Фотография устройства проверки трубки на прочность

Работает устройство следующим образом: предварительно отделенный от головки конец трубки с помощью прижимной планки закрепляется на кронштейне таким образом, чтобы ее ось располагалась горизонтально.

Перемещая транспортер по поверхности подставки, необходимо добиться положения, при котором конец иглы будет совпадать с его нулевой отметкой. Пользуясь данными, приведенными в табл. 4.3, определить расстояние  $L$  приложения нагрузки. Исходя из этого,

установить направляющий кронштейн в необходимом положении и закрепить его. Ввести вилку на рычаге в контакт с иглой. Вручную приложить усилие перпендикулярно оси симметрии иглы, при котором трубка бы согнулась на  $\pm 25^\circ$  (для обычной иглы) или на  $\pm 20^\circ$  (для тонкостенной иглы). Указанные значения углов контролируются визуально по шкале транспортира. После 20 полных циклов нагружения иглы в противоположных направлениях ее снимают с кронштейна и исследуют поверхность на наличие трещин.

### Описание приспособления проверки отклонения трубки от оси головки

Схема приспособления приведена рис. 4.11.

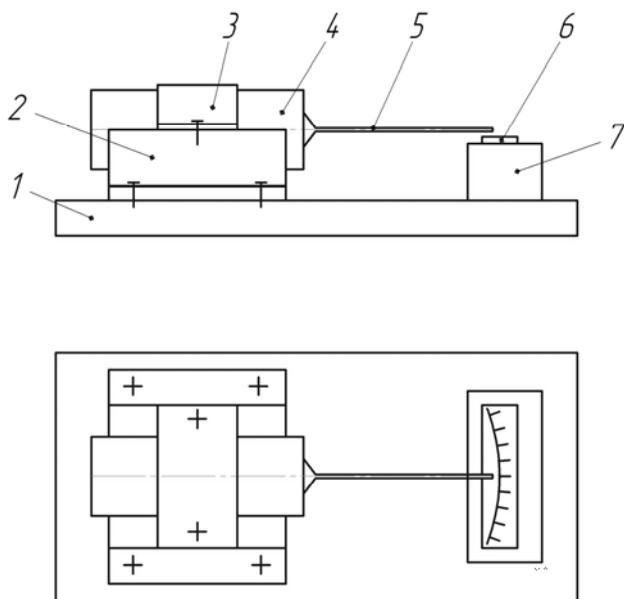


Рис. 4.11. Схема приспособления проверки отклонения трубки от оси головки:

1 – основание; 2 – призма; 3 – хомут; 4 – шприц; 5 – игла; 6 – транспортир;  
7 – подставка

Устройство состоит из основания 1, на котором закреплена прецизионная призма 2. В ней с помощью хомута 3 закреплен одноразовый шприц 4, ось которого параллельна пазу на призме, а на го-

ловке устанавливается испытуемая игла 5. На подставке 7, связанной с основанием, имеется градусная шкала, нулевая отметка которой совпадает с осью трубки. Фотография приспособления приведена на рис. 4.12.

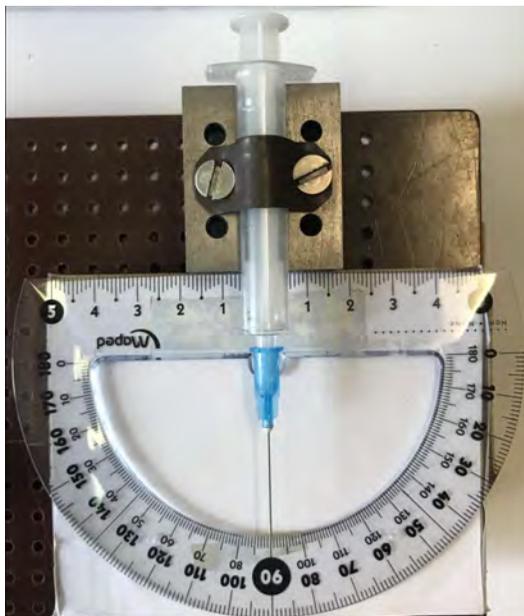


Рис. 4.12. Фотография приспособления проверки отклонения трубки от оси головки

Работа приспособления заключается в следующем: на шприце закрепляется испытуемая игла, конец которой располагается над градусной шкалой. Отклонение трубки от оси головки оценивается по отклонению конца иглы от нулевой отметки градусной шкалы, которое не должно превышать  $\pm 3^\circ$ .

### **Описание устройства испытания инъекционных игл по усилению прокалывания**

Схема устройства, поясняющая принцип его работы, представлена на рис. 4.13.

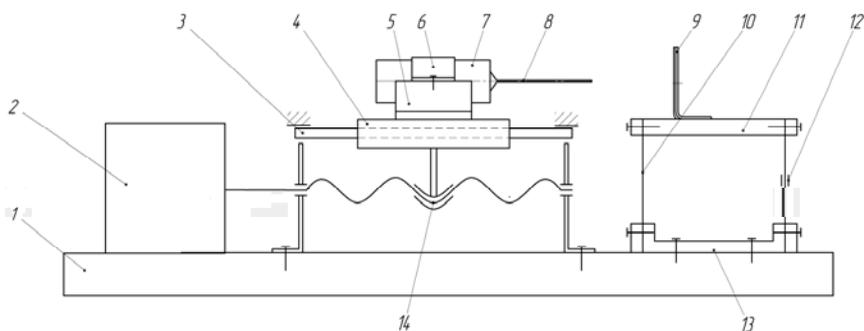


Рис. 4.13. Схема устройства испытания инъекционных игл по усилию прокалывания:

1 – основание; 2 – электродвигатель; 3 – направляющие; 4 – каретка; 5 – призма; 6 – хомут; 7 – шприц; 8 – испытуемая игла; 9 – планка; 10 – упругие пластины; 11 – пластина; 12 – тензометрические датчики

На массивном основании 1 смонтированы цилиндрические направляющие 3, по которым от электродвигателя 2 посредством передачи «винт-гайка» 14 в горизонтальном направлении со скоростью 42 мм/мин перемещается каретка 4. На ее поверхности закреплена призма 5, в пазу которой устанавливается шприц 7 и с помощью хомута 6 фиксируется на ней неподвижно. На шприц устанавливается испытуемая игла 8.

Для измерения усилия прокалывания устройство снабжено упругими наклоненными параллельными направляющими. Они состоят из неподвижного кронштейна 13, который закреплен на основании устройства. С двух сторон к кронштейну прикреплены стальные упругие пластины 10, которые в верхней части соединены между собой пластиной 11. На одну из стальных упругих пластин с двух ее противоположных сторон симметрично относительно друг друга наклеены фольговые тензометрические датчики 12, включенные в полумостовую схему и реагирующие на применение деформации пластины. Сигнал от них поступает на усилитель и далее на осциллограф.

На подвижной пластине 11 с помощью пластилина закрепляется планка 9 с отверстием диаметром 15 мм, на которую предварительно натягивается пленка и с помощью прозрачного скотча закрепляется.

Фотография устройства с указанием его основных элементов представлена на рис. 4.14.

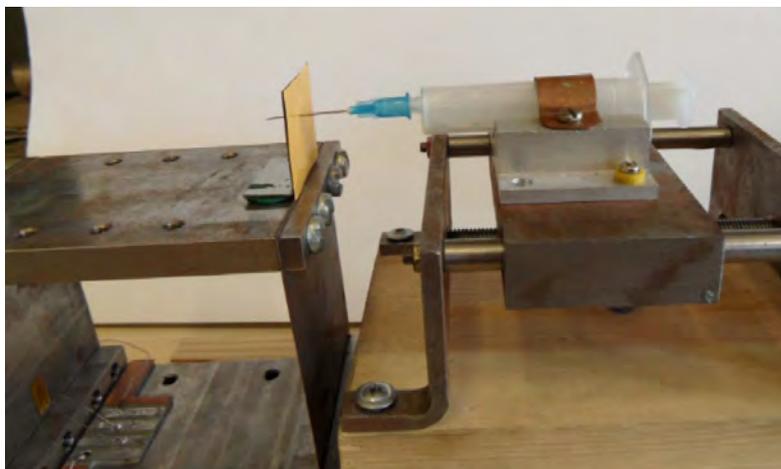


Рис. 4.14. Фотография устройства испытания инъекционных игл по усилию прокалывания

Работа устройства осуществляется следующим образом: при включении электродвигателя каретка вместе с испытуемой иглой перемещается в направлении рамки с пленкой со скоростью  $v$ . В момент ее прокалывания испытуемой иглой происходит деформация упругих пластин, что фиксируется тензометрическими датчиками и регистрируется на экране осциллографа.

Для тарировки измерительной системы, т. е. установления зависимости между показаниями осциллографа и значением усилия прокалывания, устройство оснащено специальным приспособлением, фотография которого приведена на рис. 4.15.

Оно состоит из кронштейна 2, который прикреплен к основанию 1 устройства. В пазу кронштейна в необходимом положении неподвижно установлен рычаг 4, на свободном конце которого с возможностью вращаться вокруг оси смонтирован ролик 5. Один конец тонкой стальной проволоки 6 с помощью планки 7 с отверстием связывается с подвижной верхней частью 8 наклоненных параллельных направляющих. Затем она проходит через ролик, а на ее втором конце подвешиваются аттестованные грузы 3. В ходе выполнения тарировки фиксируются показания осциллографа при различных значениях аттестованных грузов и строится тарировочный график «показания осциллографа – значения аттестованных грузов». Полу-

ченая таким образом зависимость используется для определения численного значения усилия прокалывания пленки исследуемой инъекционной иглой.

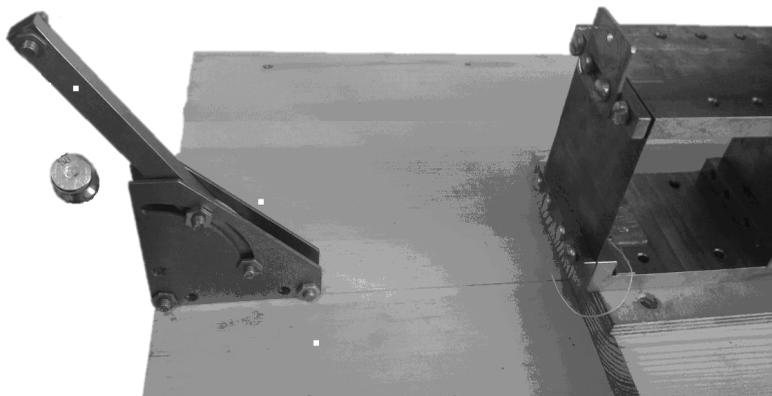


Рис. 4.15. Фотография приспособления для тарировки измерительной системы устройства

### **Описание устройства для испытания прочности соединения трубки с головкой иглы**

Схема и фотография данного устройства приведены на рис. 4.16. На массивном основании 1 закреплены две вертикальных стойки 2, связанные между собой верхней поперечной планкой 3, что обеспечивает высокую жесткость конструкции. Механизм нагружения находится на опорной плите 4, которая прикреплена к вертикальным стойкам в верхней части П-образной конструкции. Он состоит из реверсивного электродвигателя 5 (РД-09), на валу которого закреплен винт 6, соединенный с гайкой 7, жестко связанной с направляющей 8. При работе электродвигателя последняя с малой скоростью (мм/мин) перемещается вдоль вертикальной оси, что обеспечивает практически статический режим нагружения испытуемого соединения. Для измерения усилия его разрушения используется электронный динамометр растяжения 9 (Weeheng WN-A05) с ценой деления 0,1 Н. Одним концом он соединен с подвижной направляющей механизма нагружения, а вторым с концом трубки 10, головка которой жестко закреплена в приспособлении 11, прикрепленном к основанию устройства.

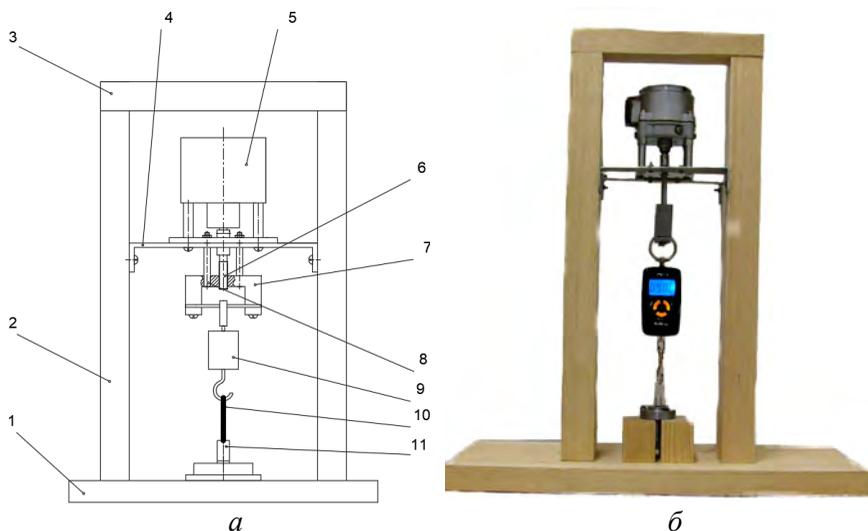


Рис. 4.16. Схема устройства испытания прочности соединения трубки с головкой (а) и его фотография (б):

- 1 – основание; 2 – стойки; 3 – поперечная планка; 4 – опорная плита;  
 5 – электродвигатель; 6 – винт; 7 – гайка; 8 – направляющая;  
 9 – динамометр; 10 – трубка; 11 – приспособление

Работа на данном устройстве осуществляется следующим образом: испытуемая игла устанавливается в зажимном приспособлении, конструкция которого представлена на рис. 4.17.

Предварительно при снятой гайке 2 игла своим острием пропускается через отверстие в ней таким образом, чтобы головка 7 располагалась во внутренней полости гайки. После этого она навинчивается на резьбовой конец цилиндрической опоры 1, неподвижно закрепленный на основании 8 устройства. Затем свободный конец иглы на расстоянии 5–8 мм с помощью винтов 4 зажимается между двумя стальными пластинами 3. В них предусмотрены симметрично расположенные сквозные отверстия 5, в которые входит зацеп динамометра. После выполнения этих действий, включается электродвигатель РД-09 и начинается процесс нагружения испытуемой иглы с фиксированным по шкале динамометра приложенным усилием растяжения. В момент разрушения соединения трубки с головкой на игле динамометра фиксируется соответствующее усилие растяжения,

которое должно быть не меньше значения приведенного в табл. 4.4 для данного размера и исполнения инъекционной иглы.

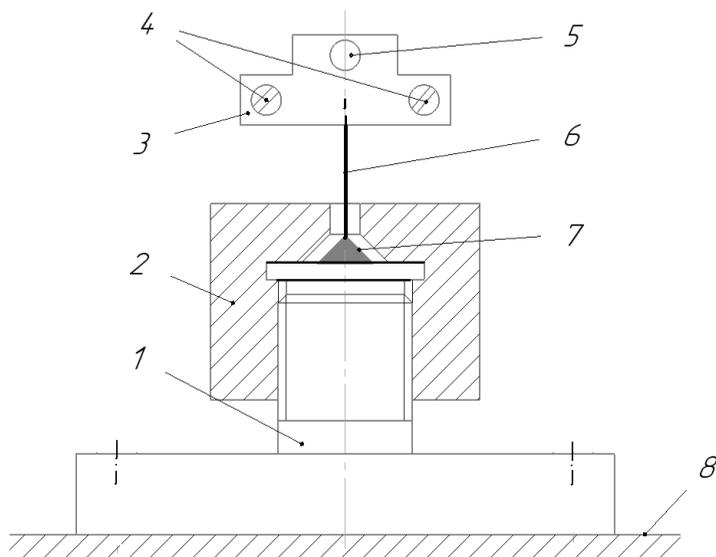


Рис. 4.17. Конструкция приспособления для закрепления испытуемой иглы:  
1 – цилиндрическая опора; 2 – гайка; 3 – пластина; 4 – винты; 5 – отверстие;  
6 – игла; 7 – головка иглы; 8 – основание

### Порядок выполнения работы

*По определению вида инъекционных игл:*

1. Получить у инженера инъекционные иглы нескольких видов.
2. С помощью штангенциркуля ШЦ-1-125 измерить наружный диаметр иглы  $D$  в трех по ее длине сечениях и вычислить среднее значение заданного параметра.
3. С помощью линейки (цена деления 1 мм) измерить длину иглы  $L$ .
4. Поместить исследуемую иглу на рабочий стол микроскопа, закрепив ее таким образом, чтобы плоскость заточки ее конца располагалась в вертикальной плоскости.
5. Сфотографировать изображение иглы в указанном положении;
6. По полученной фотографии с помощью транспортира определить угол заточки  $\alpha$  иглы.

7. Используя данные, приведенные в табл. 4.1, сравнить их с измеренными значениями  $d_n$ ,  $l$ ,  $\alpha$  и определить вид исследуемой инъекционной иглы.

*По испытанию конца иглы на отсутствие заусенцев:*

1. Закрепить испытываемую иглу на шприце.
2. Взявшись за корпус шприца проколоть концом иглы образец из медицинской ваты под углом  $90^\circ$  на глубину 5–10 мм (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Фотография прокола иглой образца из медицинской ваты

3. Извлечь иглу из образца, снять ее со шприца и исследовать с помощью лупы состояние конца на наличие ватных волокон.

4. По результатам этих исследований сделать заключение о наличии заусенцев на конце испытываемой иглы.

*По проверке отклонения трубки от оси головки:*

1. Установить исследуемую иглу на конусе шприца, закрепленного в призме (рис. 4.11).

2. Определить отклонение конца иглы относительно нулевого значения градусной шкалы, которое не должно превышать  $\pm 3^\circ$ .

*По проверке упругих свойств трубки:*

1. Установить испытываемую иглу на конусе шприца, закрепленного в призме (рис. 4.7).

2. Линейку на подставке установить таким образом, чтобы свободный конец иглы совпадал с нулевым делением на шкале.

3. Зная диаметр иглы  $D$  и ее длину  $L$ , по формуле (1) рассчитать величину изгиба конца иглы в мм.

4. Расположить иглу в пазу рычага, установленного в направляющем кронштейне, и вручную осуществить изгиб конца трубки на заданную величину в обе стороны, снимая показания по шкале линейки.

5. Вывести рычаг из контакта с трубкой и по шкале линейки определить остаточную деформацию ее конца, которая не должна превышать  $\pm 0,7$  мм.

*По проверке трубки на прочность:*

1. Отсоединить конец иглы от головки.

2. Закрепить отсоединенный конец трубки на кронштейне 4 (рис. 4.9).

3. Расположить транспортир на подставке в положение, при котором его нулевая отметка совпадет с положением свободного конца трубки.

4. Пользуясь данными, приведенными в табл. 4.3, определить для испытываемой иглы расстояние  $L$  приложения нагрузки.

5. Исходя из принятого значения  $L$ , установить направляющий кронштейн в необходимое положение и закрепить его на основании устройства.

6. Расположить в пазу направляющего кронштейна рычаг, предварительно соединив его с трубкой.

7. Вручную приложить к рычагу усилие перпендикулярно оси симметрии трубки, при котором ее изгибание составит  $\pm 25^\circ$  (величина угла контролируется по шкале транспортира).

8. После 20 полных циклов нагружения иглы в противоположных направлениях, снять ее с кронштейна и с помощью лупы исследовать ее поверхность на наличие трещин.

*По испытанию прочности соединения трубки с головкой иглы:*

1. Исследуемую иглу острием пропустить через отверстие предварительно снятой с зажимного приспособления гайки (рис. 4.17) таким образом, чтобы головка располагалась во внутренней полости.

2. Накрутить гайку с иглой на резьбовой конец цилиндрической опоры.

3. Пропустить свободный конец иглы между двумя стальными пластинками и с помощью винтов сжать его между ними.

4. Ввести нижний зацеп динамометра в отверстие стальных пластин.

5. Верхний конец динамометра соединить с подвижной направляющей механизма нагружения (рис. 4.16, а).

6. Включить электродвигатель РД-09 и по шкале динамометра наблюдать за изменением усилия растяжения, действующего на испытываемую иглу.

7. В момент разрушения соединения трубки с головкой зафиксировать значения растягивающего усилия, сравнить его с данными, приведенными в табл. 4.5, и дать соответствующее заключение.

*По определению усилия прокалывания пленки инъекционными иглами:*

1. Закрепить испытываемую иглу на шприце, который установлен в призме на подвижной каретке (рис. 4.13).

2. Вырезать с помощью ножниц отрезок полиэтиленовой пленки шириной 40 мм и длиной 50 мм.

3. Расположить пленку по ширине на внешней стороне рамки, натянуть и с помощью липкого скотча закрепить.

4. Нанести на наружную поверхность рамки тонким слоем клей.

5. Прижать пленку к поверхности рамки и приклеить.

6. С помощью пластилина закрепить рамку на поверхности пластины (рис. 4.13).

7. Зафиксировать показания осциллографа, соответствующие нулевому значению усилия прокалывания.

8. Включить электродвигатель РД-09 привода перемещения каретки в направлении к рамке с пленкой.

9. Провести прокалывание пленки исследуемой иглой и зафиксировать на осциллографе максимальное значение усилия прокалывания.

10. Сравнить полученные значения усилия прокалывания полиэтиленовой пленки с данными, приведенными в табл. 4.5, и сделать соответствующие заключения.

### **Содержание отчета**

1. Основные сведения об одноразовых инъекционных иглах.
2. Схема устройства проверки упругих свойств трубки.
3. Схема устройства проверки трубки на прочность.
4. Схема устройства проверки прочности соединения трубки с головкой.
5. Схема устройства испытания инъекционных игл по усилию прокалывания полиэтиленовой пленки.
6. Результаты проведенных испытаний инъекционных игл.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначены инъекционные иглы? Из каких элементов они состоят?
2. Чем определяются диаметр инъекционной иглы и угол заточки ее острия?
3. Что включает в себя условное обозначение инъекционной иглы?
4. Как проводится проверка упругих свойств трубки инъекционной иглы?
5. Как проводится проверка прочности трубки инъекционной иглы?
6. Как проводится проверка конца иглы на отсутствие заусенцев?
7. Как проводится проверка отклонения трубки от оси головки?
8. Как проводится проверка остроты острия иглы?
9. Как проводится проверка прочности соединения трубки с головкой иглы?

## Литература

1. Кресла-коляски. Классификация по типам, основанная на характеристиках внешнего вида: ГОСТ 30472-96 (ИСО 7930-86). – Введ. 16.04.1998 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

2. Кресла-коляски инвалидные. Общие технические условия: СТБ 1038-2003. – Введ. 01.03.2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tnpa.by>. – Дата доступа: 18.08.2021.

3. Кресла-коляски. Методы определения габаритных размеров, массы, минимального радиуса поворота и минимальной ширины разворота: ГОСТ 30474-96 (ИСО 7176-5-86). – Введ. 16.04.1998 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

4. Кресла-коляски. Метод измерения параметров и размеров сиденья и колеса: ГОСТ Р 51082-97 (ИСО 7176-7-96). – Введ. 28.07.1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

5. Инструменты стоматологические вращающиеся. Методы испытаний: ГОСТ 30213-94 (ИСО 8325-85). – Введ. 14.10.1992 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

6. Бойд, Л. Р. Стоматологические инструменты / Л. Р. Бойд. – М.: МЕДпресс-информ, 2007.

7. Трезубов, В. Н. Стоматологический кабинет: Оборудование, материалы, инструменты: учебное пособие / В. Н. Трезубов [и др.]. – СПб.: СпецЛит, 2006. – 146 с.

8. Оптика офтальмологическая. Оправы корригирующих очков. Общие технические требования и методы испытаний»: ГОСТ 31589-2012. – Введ. 01.01.2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

9. Розенблюм, Ю. З. Выбор оправы / Ю. З. Розенблюм // Веко. – 2001. – № 5. – С. 44–45.

10. Langermann, S. Materialien von Metallbrillenfassungen / S. Langermann // Focus. – 2008. – № 11. – S. 45.

11. Sonnenberg, F. Brillen-alternativen fuer Kinder mit Kontaktallergien / F. Sonnenberg // Focus. – 2012. – № 5. – S. 44.

12. Инструменты медицинские. Термины и определения: ГОСТ 25725-89. – Введ. 29.03.1989 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru>. – Дата доступа: 18.08.2021.

13. Иглы инъекционные одноразового применения. Основные размеры. Технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 25046-2005. – Введ. 01.11.2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://shop.belgiss.by>. – Дата доступа: 18.08.2021.

14. Сабитов, В. Х. Медицинские инструменты / В. Х. Сабитов. – М.: Медицина, 1985. – 175 с.

Учебное издание

## **ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ**

Пособие

для студентов высших учебных заведений

Составители:

**КИСЕЛЁВ** Михаил Григорьевич

**ГАБЕЦ** Вячеслав Леонидович

**ЯМНАЯ** Дарья Андреевна и др.

Редактор *Е. И. Бенищевич*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 02.09.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 3,82. Тираж 100. Заказ 707.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.