

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ

Елизавета Александровна Кузнецова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)206-30-71, e-mail: elizaveta.kuznetsova04@mail.ru

Никита Андреевич Митюшенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся кафедры фотоники и приборостроения, тел. (996)543-92-71, e-mail: mit_n_a@mail.ru

Ирина Владимировна Парко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ст. преподаватель кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)344-29-29, e-mail: iparko@yandex.ru

Контактные линзы прочно вошли в нашу жизнь. Людям с плохим зрением контактные линзы позволяют по-другому увидеть все окружающие предметы и самого себя. В данной работе мы познакомимся с методами, которые позволяют проверить основные параметры контактных линз при их изготовлении. Цель: изучить методики измерения параметров контактных линз.

Ключевые слова: контактная линза, радиус кривизны, диоптриметр, микросферометр

METHODS FOR MEASURING THE MAIN PARAMETERS OF CONTACT LENSES

Elizaveta A. Kuznetsova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, Department of Special-purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (913)206-30-71, e-mail: elizaveta.kuznetsova04@mail.ru

Nikita A. Mityushenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (996)543-92-71, e-mail: mit_n_a@mail.ru

Irina V. Parko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)344-29-29, e-mail: iparko@yandex.ru

Contact lenses are firmly embedded in our life. Contact lenses allow people with poor eyesight to see everything around them and themselves in a different way. In this paper, we will get acquainted with the methods that allow you to check the main parameters of contact lenses during their manufacture. Purpose: to study the methods of measuring the parameters of contact lenses.

Keywords: contact lens, radius of curvature, dioptrimeter, microspherometer

Контактные линзы не видны окружающим, что выгодно отличает их от обычных очков. Единая оптическая система, состоящая из глаза и контактной линзы, обеспечивает удобное ношение линз и зависит от их формы и вида материала, из которого они изготовлены. От соответствия внутренней поверхности линзы поверхности глаза зависит визуальный эффект и индивидуальная переносимость [1-2].

Однако технологии не стоят на месте, появляются новые методы изготовления и контроля контактных линз.

Для контроля параметров контактных линз (далее – КЛ) используют следующие приборы:

- окулярный диоптриметр;
- *V*-образный шаблон;
- микросферометр [3–4].

В процессе изготовления, так же как и при окончании контроля готовой продукции, достаточно иметь комплект этих приборов для контроля всех геометрических и оптических характеристик жестких и мягких контактных линз.

При определении параметров КЛ должны соблюдаться необходимые условия, такие как:

- температура среды и изделия ($+22\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- относительная влажность (50 – 60 %), т.к. большинство пластических масс имеет высокий коэффициент теплового расширения, а для гидрофильных материалов в сухом состоянии – до 45 % согласно ГОСТ 15150–69.

Существуют несколько видов контактных линз. В зависимости от материала контактные линзы могут быть жесткими (ЖКЛ) или мягкими (МКЛ).

Далее мы рассмотрим методы, которые используются при определении основных параметров мягких КЛ:

- радиус кривизны внутренней оптической поверхности;
- общий диаметр линзы;
- значение задней вершинной рефракции.

С помощью *V*-образного шаблона, показанного на рис. 1, измеряется общий диаметр жестких КЛ.

Такой шаблон позволяет измерять диаметры контактных линз от 7 до 11 мм с точностью $\pm 0,05$ мм.

Перед началом проведения измерения нужно обеспечить необходимые условия внешней среды. В данном методе используются *V*-образные шаблоны (рис. 1) с параметрами:

- глубина ($1,0\pm 0,25$) мм;
- длина ($100,0\pm 0,25$) мм;
- ширина: большая сторона ($11,0\pm 0,01$) мм; малая сторона ($7,0\pm 0,01$) мм;
- угол $2^{\circ}17'29''$.

Перед началом проведения измерения диаметра необходимо положить сухую контактную линзу на широкий конец *V*-образного шаблона. Чтобы линза соскользнула в шаблон, необходимо приподнять широкий конец приблизительно на 45° .

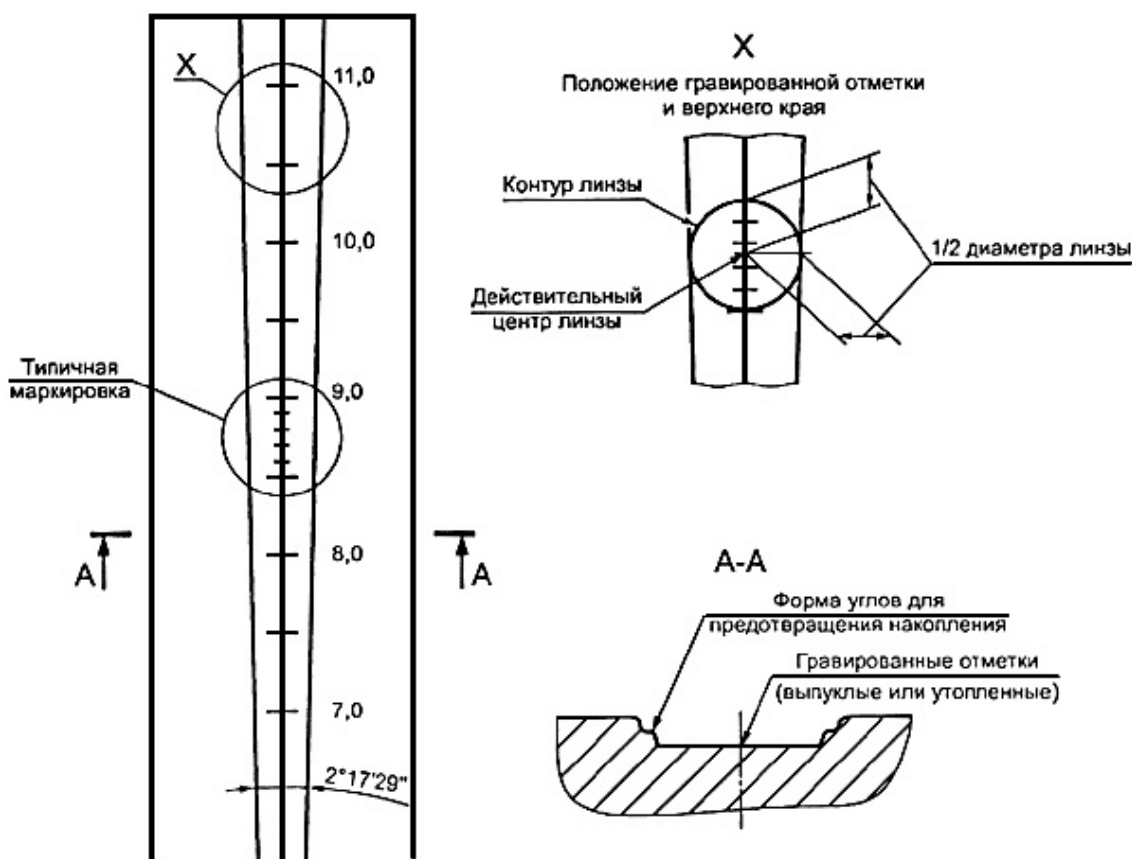


Рис. 1. V-образный шаблон

Диаметр линзы определяется по положению верхнего края относительно шкалы. Проводятся три независимых измерения. После каждого измерения контактную линзу нужно удалить из шаблона и установить вновь. При проведении измерения не должна происходить деформация КЛ.

Для более достоверной информации необходимо провести калибровку шаблона. При этом используются три калибровочных диска разного диаметра, изготовленных из твердого прочного материала. Калибровочный диск располагают в V-образном шаблоне таким образом, чтобы диск касался обеих стенок. Проводятся независимые измерения в количестве десяти для трех калибровочных дисков. После каждого измерения диски должны быть сняты и установлены вновь.

Предельная точность данного метода зависит от зрительных возможностей тестирующего, т.к. измерения проводятся посредством визуального совмещения края линзы с гравированной шкалой.

Метод измерения задней вершинной рефракции КЛ на окулярном диоптриметре. В данном методе на примере окулярного диоптриметра рассматривается принцип измерения задней вершинной рефракции линзы (рис. 2) [5–6].

В оптической схеме диоптриметра выделяют три основных канала:

- визирная, проецирующая марку коллиматора в окуляр прибора;
- отсчетная, предназначенная для снятия отсчета по шкалам;
- осветительная, для освещения марки коллиматора и шкал [3–4].

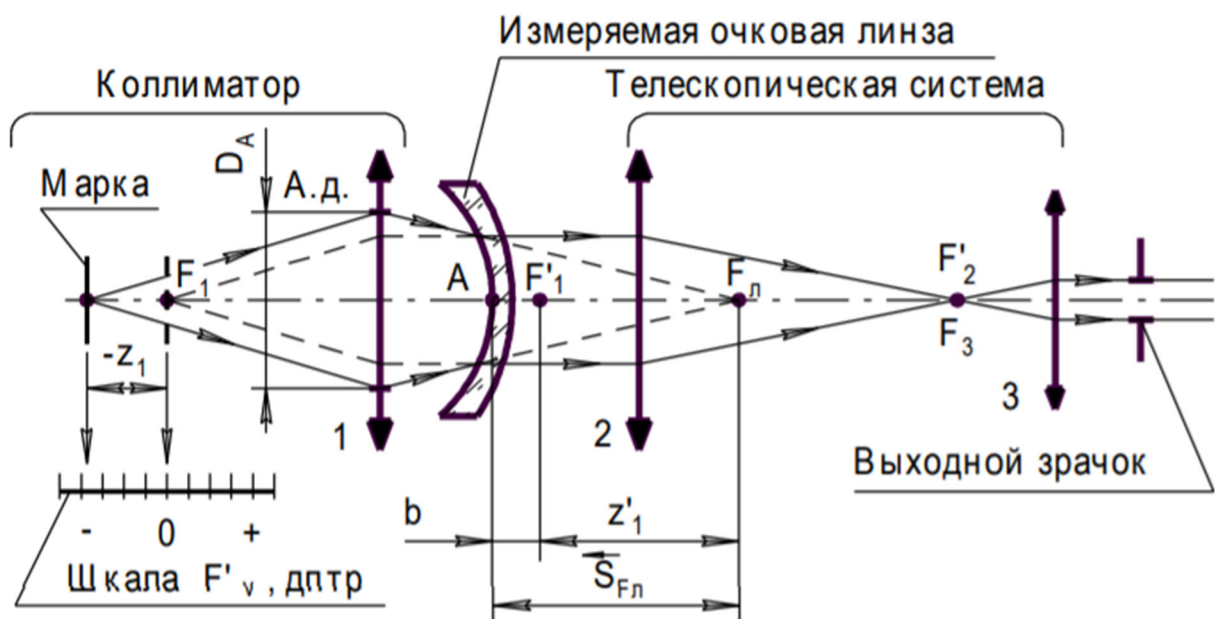


Рис. 2. Принципиальная схема визирного канала диоптриметра

При отсутствии линзы в ходе лучей наблюдатель, зрачок глаза которого совмещен с выходным зрачком телескопической системы, видит резкое изображение марки коллиматора, установленной в передней фокальной плоскости коллиматора. Положение марки соответствует нулевому отсчету по шкале задней вершинной рефракции линзы (далее для краткости – шкала рефракций). Если в ход лучей между коллиматором и телескопической системой установить измеряемую линзу, то изображение марки коллиматора будет представляться наблюдателю нерезким, и для восстановления резкости изображения марку необходимо переместить вдоль оптической оси коллиматора. Величина перемещения марки определяется величиной задней рефракции F_V линзы.

Для точности измерений необходимо зафиксировать линзу таким образом, чтобы вершина поверхности линзы, обращаемая к корригируемому глазу, совпала при измерении на диоптриметре с задним фокусом коллиматора. Схема установки представлена на рис. 3 [7].

Наиболее распространенной в диоптриметрах является световая марка в виде светлых точек, расположенных по окружности.

Метод измерения радиуса кривизны с помощью микросферометра (рис. 3).

В оптический микросферометр входит световой микроскоп с осветителем отраженного света. Свет от миры Т отражается в тубус микроскопа посредством зеркала М, проходит через объектив микроскопа и формирует изображение миры в точке Т'. Если фокальная плоскость совпадает с поверхностью линзы, то свет отражается обратно по противоположному пути и формирует изображения в точках Т и Т''. Изображение в Т'' совпадает с точкой переднего фокуса окуляра. Тогда наблюдатель видит резкое изображение, которое называется "изображением вершины поверхности".

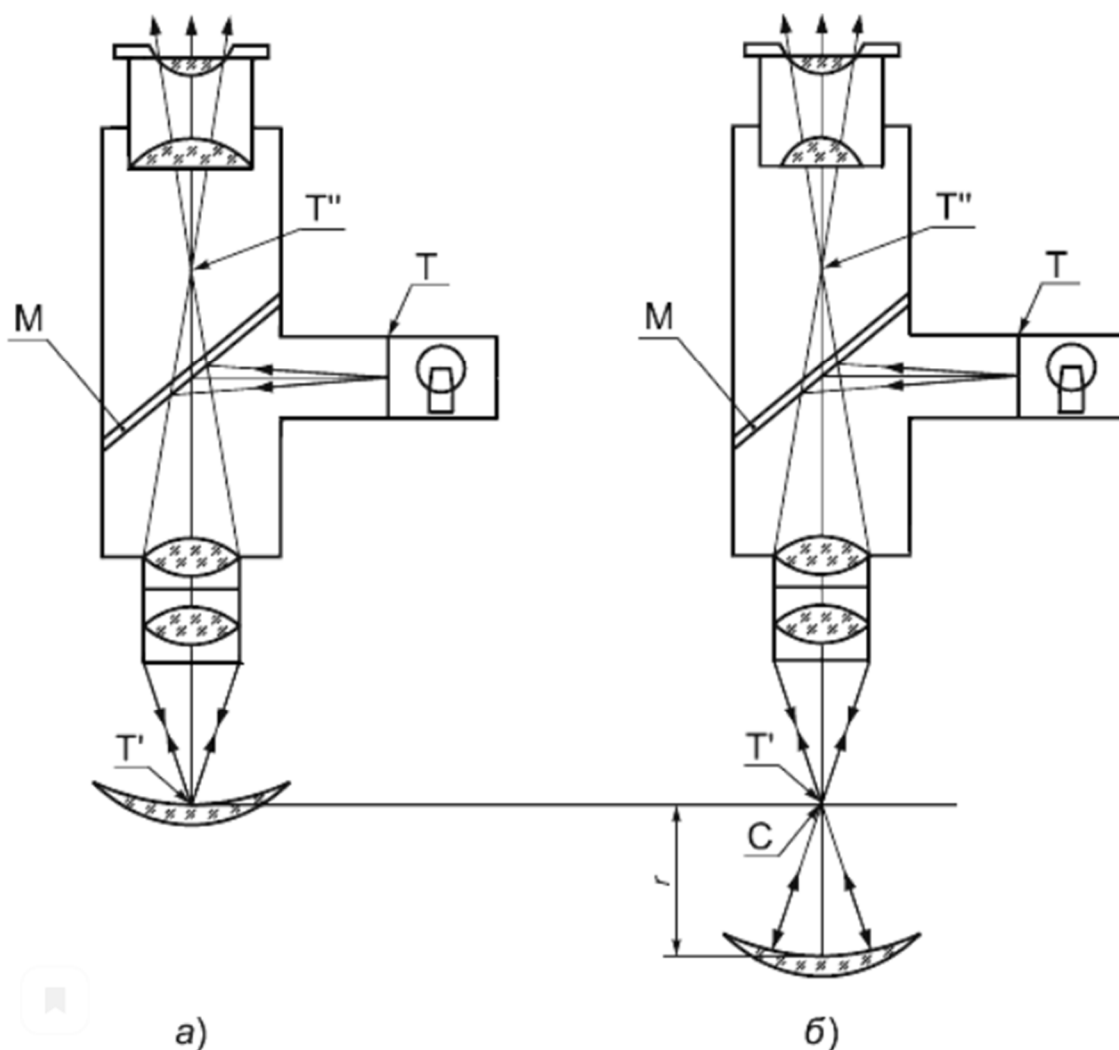


Рис. 3. Оптическая схема микросферометра:

C – центр кривизны поверхности, которую нужно измерить; T – миша; T' – изображение T в самосопряженной точке; T'' – изображение T' , расположенное в первом главном фокусе окуляра, TM равно MT'' ; M – полусеребряное зеркало; r – радиус кривизны поверхности контактной линзы

Расстояние между микроскопом и поверхностью линзы увеличивается либо поднятием микроскопа, либо опусканием линзы на столике микроскопа, пока изображение T' , формируемое объективом, не совпадет с точкой C . Свет от мишени T падает на поверхность линзы и отражается обратно по тому же пути, формируя изображения в T и T'' . Наблюдатель видит резкое мнимое изображение.

Радиус кривизны поверхности линзы равен расстоянию, на которое переместился микроскоп или столик. Это перемещение измеряют цифровым или аналоговым измерителем расстояний, встроенным в прибор [8–9].

Необходимо проверять основные параметры контактных линз при их изготовлении, в противном случае неправильно изготовленная КЛ не выполнит свое функциональное назначение по исправлению аметропии [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Носенко И.А. Медицинская оптика: Учебное пособие – Ростов-на-Дону: Феникс, 2018. – 237 с.
2. Мягков А.В. Руководство по медицинской оптике. Часть 1. Основы оптометрии – М.: НОЧУ ДПО "Акад. мед. оптики и оптометрии", 2016. – 205 с.
3. Хацевич Т.Н. Медицинские оптические приборы. Физиологическая оптика: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 135 с.
4. Хацевич Т.Н. Медицинские оптические приборы. Ч II. Очковая оптика: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 241 с.
5. Свешникова И. С. Основы геометрической оптики. – М.: Шико, 2009. – 216 с.
6. Киваев А.А. Контактная коррекция зрения. – Москва, ЛДМ Сервис, 2000. – 224 с.
7. Рожко Ю.И. Клиническая оптика в коррекции зрения: практическое пособие для офтальмолога и оптометриста – Гомель: ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», 2017. – 96 с.
8. Бахтин В.Г. Справочник медицинского оптика. Часть первая. – СПб.: Каро, 2016. – 192 с.
9. Бахтин В.Г. Справочник медицинского оптика. Часть третья. – СПб.: Каро, 2016. – 136 с.
10. Розенблюм Ю.З. Оптометрия (подбор средств коррекции зрения) – СПб, Гиппократ, 1996. – 320 с.

© Е. А. Кузнецова, Н. А. Митюшенко, И. В. Парко, 2021