

Мы печатаем очередную часть материалов из учебного пособия “Все об очках” компании Ноуа. Пособие содержит разделы: Оптическая система глаза, Основы геометрической оптики, Оправы и др. Материалы из этого пособия, которые будут опубликованы в нашей новой рубрике “Факультет Ноуа”, окажутся полезными как начинающим специалистам, только приступающим к работе с очковой оптикой, так и врачам, оптикам и оптометристам, уже имеющим определенный опыт работы, которым наши статьи помогут вспомнить основы оптики. Полагаем, эти материалы будут хорошим дополнением к уже опубликованным нами обучающим материалам. Материалы предоставлены фирмой “Компания Гранд Вижн”. Предыдущие части пособия были опубликованы в журнале “Вестник оптометрии” №1-7, 2009.

Все об очках

II. ОСНОВЫ ОПТИКИ ЛИНЗ

4. Принципы действия линз

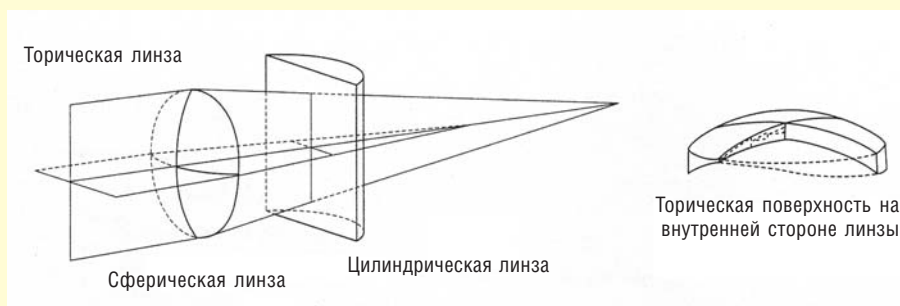
(4) Основные формы очковых однофокальных линз

б) Торические линзы

Торическая линза представляет собой комбинацию сферической и цилиндрической линз. В последние годы наибольшее распространение получили торические линзы, имеющие один радиус кривизны на передней поверхности и два на задней (линзы с внутренней торической поверхностью). Такие линзы используются для коррекции астигматизма.

Поскольку торическая линза состоит из сферической и цилиндрической линз, то ее параметры записывают следующим образом: “Sph Cyl Axis” или “S C Ax”

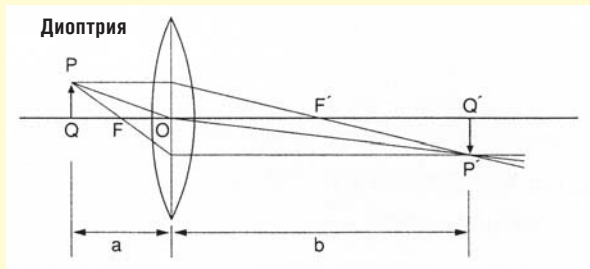
Например, линза со сферической силой +2,00 D и цилиндром -1,00 D и осью 60° кратко может быть записана так: Sph +2,00 Cyl -1,00 Axis 60° или S +2,00 C -1,00 Ax 60°.



Внимание: Диоптрия

Диоптрия – это единица измерения преломляющей силы линзы. Основываясь на рисунке, демонстрирующем рефракцию выпуклой линзы, можно получить следующую формулу (детали опущены):

$$D = 1/a + 1/b.$$

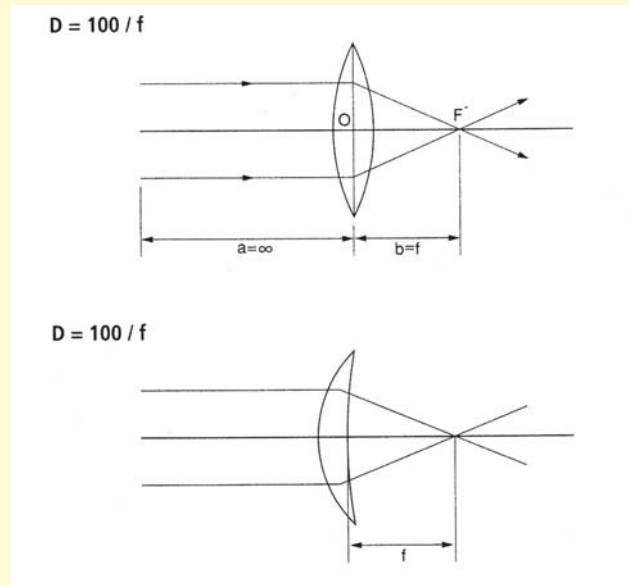


P, Q: Объект
 P', Q': Изображение объекта
 F, F': Фокус
 O: Центр линзы
 a: Расстояние от центра линзы до объекта
 b: Расстояние от центра линзы до фокуса

Если объект удалить на бесконечность ($PQ = \infty$), то вышеприведенная формула упрощается:
 $D = 1/\infty + 1/b = 1/b$.

Расстояние b становится OF' , а это есть фокусное расстояние.

Если фокусное расстояние обозначить f , то формулу можно переписать следующим образом:
 $D = 100/f$ (см).



Аналогичный подход можно применить и к вогнутой линзе, но поскольку $f < 0$, то D будет иметь отрицательные значения. Фокусное расстояние очковой линзы – это расстояние от вершины задней поверхности линзы до фокуса. Величина, обратная расстоянию ($D = 100/ f$) – это задняя вершинная рефракция, которую обычно называют преломляющей силой линзы.

Преломляющая (оптическая) сила линзы может быть вычислена, основываясь на ее показателе преломления, радиусах кривизны передней (r_1) и задней (r_2) поверхностей и толщине в центре по формуле:

Формулы линз:

$$D = 1 / ((1/D_1) - (t/1000n)) + D_2$$

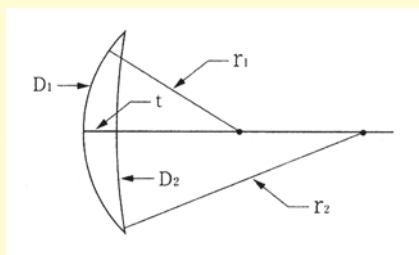
$$D_1 = ((n - 1) \times 1000) / r_1$$

$$D_2 = (-(n - 1) \times 1000) / r_2$$

Формула тонкой линзы:

$$D = D_1 + D_2.$$

Преломляющая (оптическая) сила линзы



- D: Диоптрия
- D_1 : Оптическая сила передней поверхности
- D_2 : Оптическая сила задней поверхности
- n: Показатель преломления
- t: Толщина (мм)
- r_1 : Радиус кривизны передней поверхности D_1 (мм)
- r_2 : Радиус кривизны задней поверхности D_2 (мм)

Пример

Для минусовой линзы ($n = 1,50$, $r_1 = 100$ мм, $r_2 = 62,5$ мм) применима формула тонкой линзы, т.к. толщина минусовой линзы в центре мала:

$$D = D_1 + D_2$$

$$D_1 = ((1,50 - 1) \times 1000) / 100 = 5,0$$

$$D_2 = -(1,50 - 1) \times 1000 / 62,5 = -8,0$$

$$D = 5 + (-8,0) = -3,0 \text{ D}$$

Внимание: формулы

Формулы (1)

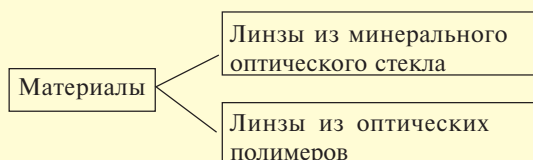
- Оптическая сила линзы (D) = 100 (см) / фокусное расстояние f (см)
- Фокусное расстояние f (см) = 100 (см) / Оптическая сила линзы (D)
- Рефракционная ошибка глаза (D) = 100 (см) / Расстояние до дальнейшей точки ясного зрения f (см)
- Расстояние до дальнейшей точки ясного зрения f (см) = 100 (см) / Рефракционная ошибка глаза (D)
- В случае эметропии:*
- Сила аккомодации (D) = 100 (см) / Расстояние до ближайшей точки ясного зрения f (см)
- Расстояние до ближайшей точки ясного зрения f (см) = 100 (см) / Сила аккомодации (D) = 100 (см)

Формулы (2)

- Формула Прентиса
- $P = (h \times D) / 10$
- (P – сила призмы в пр.дптр., h – децентриция (мм), D – сила линзы, (D))

5. Классификация линз

[1] Классификация по материалам



(1) Минеральные линзы

Минеральное стекло с давних пор применяется для изготовления очковых линз. Кроновое стекло (crown, показатель преломления 1,5) – самый распространенный тип оптического стекла, но изготовленные из него линзы большой оптической силы получаются толстыми. Для изготовления более тонких линз применяются минеральные стекла с более высоким показателем преломления (до 1,9).

(2) Полимерные линзы

До 1942 г., когда были изготовлены первые полимерные линзы, линзы делали только из минерального стекла. Полимерные линзы изготавливают из органических полимерных материалов, поэтому их называют также органическими линзами. Полимерные линзы легче минеральных, они легко окрашиваются в разные цвета. Однако на полимерных линзах легко образуются царапины. Для защиты полимерных линз от образования царапин на них наносят упорочняющие (абразивоустойчивые) покрытия. Популярность полимерных линз постоянно растет, и сегодня им принадлежит основная доля рынка очковых линз. Предлагаются также полимерные линзы с высокими значениями показателя преломления, сравнимыми со стеклом.

• Характеристики полимерных линз

- Легкие. Поскольку полимерные линзы весят примерно в 2 раза меньше минеральных, то они более комфортны.
- Ударопрочные. Полимерные линзы труднее разбить, чем минеральные.
- Легко окрашиваемые. Полимерные линзы можно окрасить в различные цвета и сделать их, таким образом, более привлекательными.

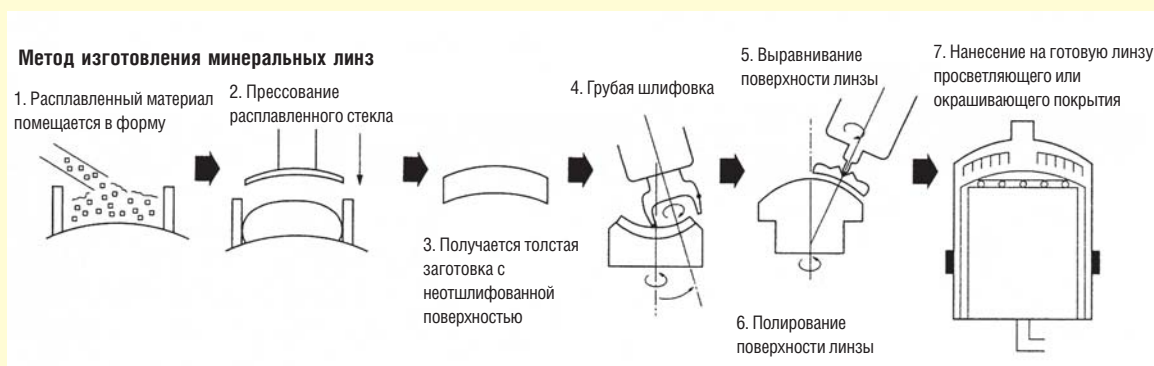
[2] Метод изготовления очковых линз

(1) Минеральные линзы

Раньше минеральные линзы получали с использованием тиглей. Но этот метод был непроизводителен, т.к. на изготовление одной линзы требовалось много времени. Сейчас применяется технология «непрерывного плавления».

• Технология «непрерывного плавления»

1. Плавление материала
2. Немедленная прессовка расплавленного стекла
3. Получение толстой заготовки с неотшлифованной поверхностью
4. Грубая шлифовка
5. Выравнивание поверхности линзы
6. Полировка поверхности линзы
7. Нанесение на готовую линзу просветляющего или окрашивающего покрытия
8. Контроль качества готовой линзы



(2) Полимерные линзы

Для производства полимерных линз применяется другая технология – формование. При этом получают как полностью готовые линзы, так и полузаготовки, которые в последующем полируют, аналогично минеральным линзам. Поскольку полимерные линзы отличаются от минеральных, применяются разные технологии полирования. Однако процесс полирования и минеральных, и полимерных линз включает этапы шлифования, пескоструйной обработки и полирования.

• Технология производства полимерных линз

1. В жидкий прозрачный мономер добавляются такие компоненты, как катализатор, стабилизатор УФ-излучения, затем полученный раствор фильтруется. Точность поверхности полимерной линзы зависит от точности поверхности форм, используемых для ее изготовления. Поэтому применяются формы из минерального стекла, точность которых сопоставима с точностью поверхности готовых минеральных линз.

2. Две формы соединяются вместе с помощью специальной прокладки, и полученная форма заполняется жидким мономером.

3. Мономер отверждают в электрической печи

4. Извлекают отвердевшую линзу из формы

5. Используют нагревание для того, чтобы линза стала более однородной

6. Оценивают качество линзы

7. Окрашивают линзу, если необходимо

8. Наносят упрочняющее покрытие для защиты линзы от царапин

9. Наносят просветляющее покрытие

10. Окончательный контроль качества линзы

