

ЗАОЧНАЯ ШКОЛА CARL ZEISS

Уважаемые читатели! Мы продолжаем публикацию учебных материалов из руководства «Handbook of Ophthalmic Optics», подготовленного компанией Carl Zeiss. В указанном руководстве в конспективном виде изложены практически все необходимые для работы врача-офтальмолога и оптика вопросы.

«Заочная школа Carl Zeiss» была уже напечатана в следующих номерах: №6, №7 2005 г., №1, №2, №4-7 2006 г., №1-4, 2007 г.

Публикация 13 Очковая оптика: Очковые линзы (продолжение)

Бифокальные, мультифокальные и прогрессивные линзы

Бифокальные и мультифокальные линзы

Бифокальные и мультифокальные линзы имеют разные оптические зоны с отличающейся силой сферы, разделенные видимой глазом границей. Бифокальные линзы состоят из основной линзы и дополнительной, называемой сегментом. У трифокальных линз два разных сегмента. Зона линзы, в которой «работает» только основная линза, называется основной зоной. В этой зоне оптическая сила линзы будет такой же, как у эквивалентной однофокальной линзы. Дополнительной (сегментной) зоной линзы называется область, в которой складываются оптическая сила основной линзы и сегмента. Оптическую силу сегментной зоны не следует смешивать с силой самого сегмента.

У большинства бифокальных и мультифокальных линз оптический центр сегмента смещен (децентрирован) относительно оптического центра основной линзы. Призматический эффект в любой точке сегментной части линзы определяется как геометрическая сумма призматических сил основной линзы и сегмента в этой точке с учетом направления оснований. Призматическая сила основной линзы и самого сегмента определяются так же, как и у однофокальных линз.

Разные части мультифокальных линз могут использоваться для зрения вдаль (зона зрения вдаль), для зрения на промежуточных расстояниях (промежуточная зона) и для зрения вблизи (зона «близки»). В большинстве случаев основная часть линзы является зоной зрения вдаль. Различные зоны линз отделены друг от друга разделительной линией.

Верхом сегмента является либо точка пересечения разделительной линии с линией, соединяющей геометрические центры основной линзы и сегмента (рис.13.1а), либо точка пересечения перпендикуляра к горизонтальной линии линзы, проходящего через оптический центр сегмента, с разделительной линией (рис. 13.1б, 13.2 и 13.3).

Сегменты бывают склеенными, спеченными (в этих случаях у материала сегмента и основной линзы может быть разный показатель преломления) или выточенными прямо на поверхности основной линзы. (Хотя основная зона линзы обычно однофокальная, это не всегда так для сегмента.) Если сегмент спечен с основной линзой, то для однофокальности изображения предпочтительней, чтобы сегмент был спечен с задней поверхностью линзы.

Сегмент может иметь разную форму: различают ротационный сегмент и неротационный сегмент. Круглые сегменты или сегменты, расположенные на периферии линзы, называют сегментами вращения

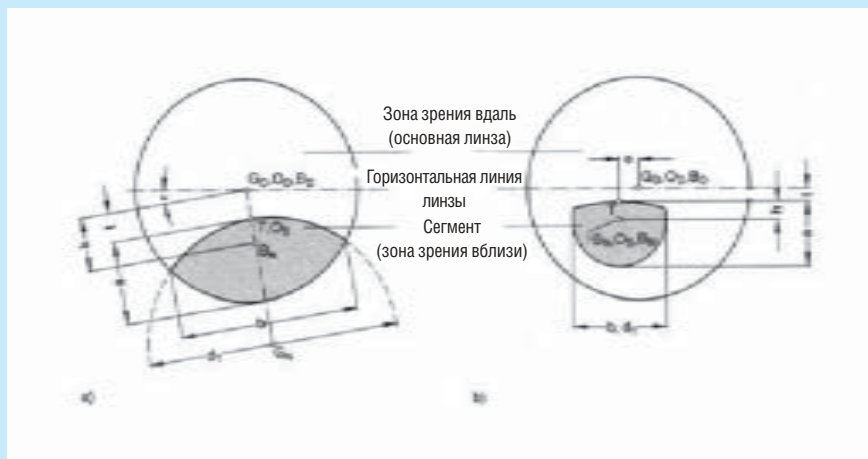


Рис.13.1. Примеры бифокальных линз: а) ротационный сегмент, б) неротационный сегмент

(рис.13.1a). У этих типов сегментов главная ссылочная точка может быть децентрирована по горизонтали по отношению к геометрическому центру основной линзы путем поворота на угол ω . Угол ω – это угол между перпендикуляром к линии, соединяющей геометрические центры основной линзы и сегмента, и горизонтальной линией линзы.

Если c – требуемая горизонтальная децентриация, а k – расстояние между главной ссылочной точкой сегмента и геометрическим центром основной линзы, то требуемый поворот сегмента ω равен:

$$(13.1) \quad \sin \omega = c/k.$$

Линзы со сферической оптической силой и сегментом вращения могут быть повернуты на любой требуемый угол. Однако требуемое вращение астигматических линз должно быть известно до того, как будет изготовлена астигматическая поверхность (задано положение оси цилиндра).

Неротационные сегменты (рис.13.1b) смещены по горизонтальной линии: главная ссылочная точка сегмента смещена относительно главной ссылочной точки основной линзы. Этот геометрический инсет e считается положительным, если смещение происходит в назальную сторону.

На рис.13.1 показаны два типа бифокальных линз, а на рис.13.2. – трифокальная линза.

Децентрированные (предварительно) мультифокальные линзы – это полуготовые линзы с неротационными сегментами, у которых (как у предварительно децентрированных однофокальных линз) главная ссылочная точка основной линзы децентрирована относительно геометрического центра. На рис.13.3 показан пример такой линзы.

Главная ссылочная точка зоны зрения вдаль у бифокальной или мультифокальной (или прогрессивной) линзы называется главной ссылочной точкой для дали, а такая же точка для зоны зрения близи – главной ссылочной точкой для близи. Если геометрический центр зоны для близи не является одновременно главной ссылочной точкой для близи, то положение

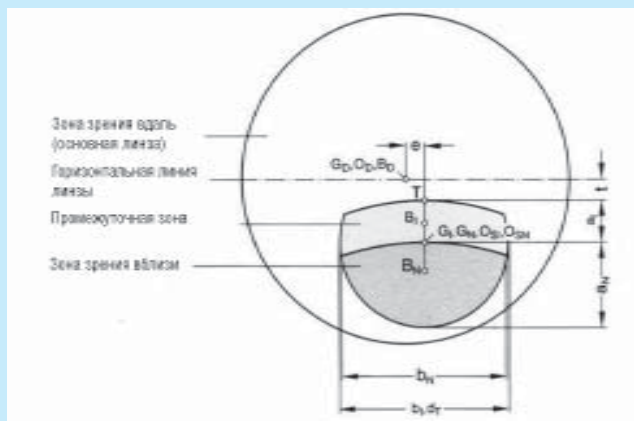


Рис.13.2. Трифокальная линза.

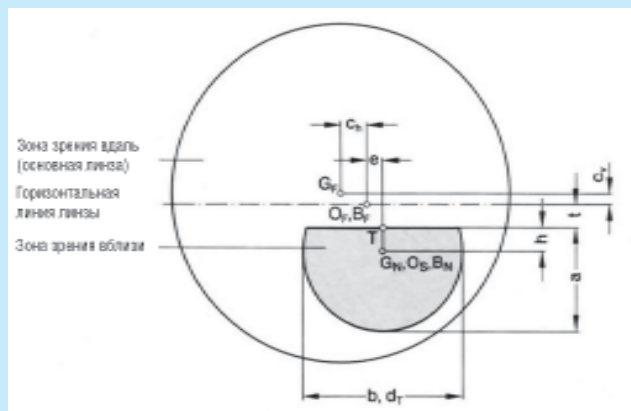


Рис.13.3. Пример децентрированной бифокальной линзы

главной ссылочной точки для близи относительно геометрического центра зоны для зрения вдаль указывается производителем линзы. Предписанная призматическая сила в главной ссылочной точке для дали называется величиной призмы для дали, то же в главной ссылочной точке для близи – величиной призмы для близи. Сила призмы для близи N_{rg} указывается специально только, если она отличается от силы призмы для дали. Указанная сила призмы для близи не учитывает призматическую силу основной линзы, вызванную децентрированием главной ссылочной точки для близи по отношению к главной ссылочной точке для дали.

Торическую поверхность бифокальных или трифокальных астигматических линз получают на стороне линзы, не содержащей сегмент, так что сила цилиндра и направление его оси практически совпадают для зоны зрения вдаль и зоны ближнего зрения. Разная величина астигматизма для дали и близи реализуется в цельных бифокалах с помощью косых кросс-цилиндров в зоне зрения вдаль на обеих поверхностях, а в сплавленных – торической формой сплавленной поверхности. Для этого используется достаточно сложная технология.

В бифокальных и мультифокальных линзах с призматическим эффектом призма формируется на поверхности без сегмента с помощью клина. Бифокальные и мультифокальные линзы изготавливаются также лентикулярной формы.

Если бифокальные или мультифокальные линзы используются для коррекции анизометропической пары глаз, то компенсирующая призма может быть получена в зоне для близи более слабой (математически) линзы. Это гарантирует, что у этой пары линз не будет нежелательного бинокулярного вертикального призматического эффекта в зоне зрения вблизи. В случае спеченного сегмента компенсирующую призму для близи получают с помощью специальной технологии slab-off, по которой на линзе делается двойная поверхность с одинаковой кривизной на стороне с аддидацией. Слабо видимая линия между двумя зонами двойной поверхности проходит горизонтально через вершину сегмента.

Призматический скачок

Если по разные стороны линии, разделяющей две зоны бифокальной или мультифокальной линзы, призматическая сила разная, то будет наблюдаться скачок изображения объекта, когда линия фиксации объекта пересекает разделительную линию линзы. Разница этих призматических сил называется призматическим скачком или скачком изображения J , так как скачет не объект, а лишь полученное с помощью очков его изображение.

Призматический скачок наиболее сильно выражен в верхней части сегмента (между основной линзой и сегментом) (рис.13.1.-13.3). Величина призматического скачка равна призматическому эффекту P_s сегмента на разделительной линии:

$$(13.2) \quad J = P \cdot h \cdot A.$$

Согласно формуле 12.1 (см. предыдущую публикацию), J получается в см/м, если расстояние h от точки на разделительной линии до оптического центра сегмента задано в см, а аддидация A в диоптриях (D). Следовательно, призматический скачок зависит от типа сегмента и величины аддидации (рис.13.4). Он не зависит от основной линзы. Для цельных бифокалов и мультифокалов призматический скачок обусловлен призмным углом между поверхностью зоны для дали и поверхностью зоны для близи (рис.13.5b), а для спеченных – углом между двумя поверхностями сегмента линзы у разделительной линии (рис.13.5c).

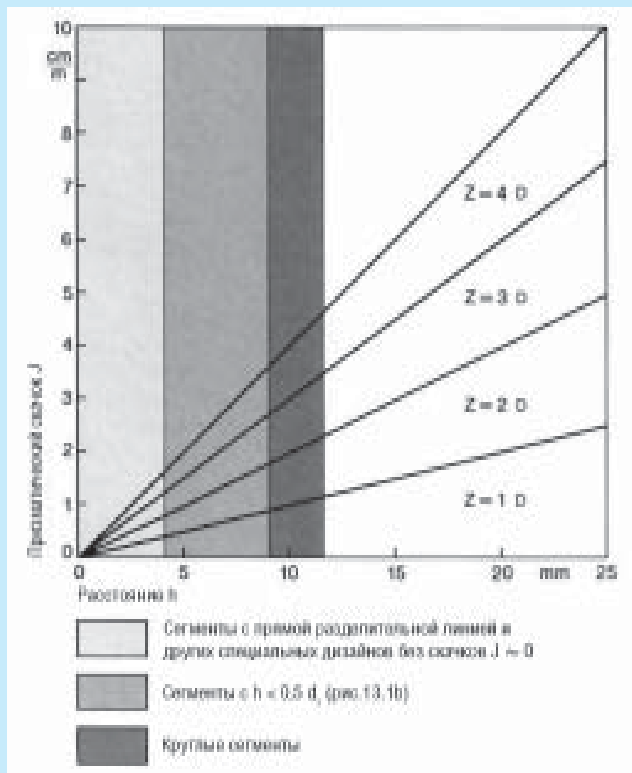


Рис.13.4. Зависимость призматического скачка J от расстояния h от верха сегмента до оптического центра сегмента (Z – величина аддидации).

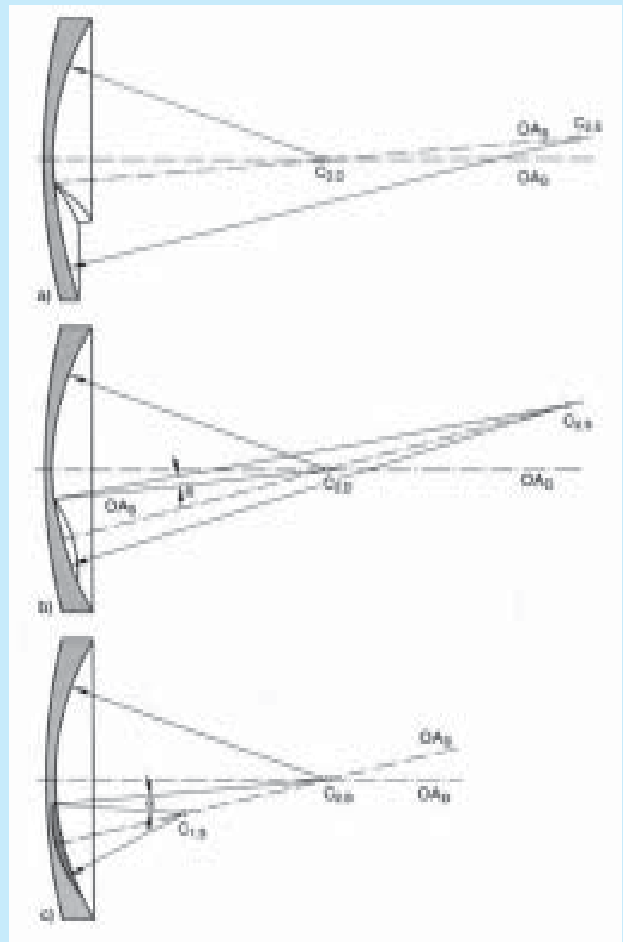


Рис.13.5. Типы сегментов: а) цельный с разделенной двойной поверхностью (без призматического эффекта), б) цельный с непрерывной двойной поверхностью (призматический скачок на угол α), в) спеченный (призматический скачок на угол α)

Если оптический центр сегмента лежит на разделительной линии ($h=0$), то призматического эффекта не будет в этой точке (рис.13.5а).

Скачок изображения считается положительным, если основание призмы вниз. В этом случае при переводе взгляда вниз через разделительную линию будет казаться, что объект скачет вверх.

При нормальном положении головы и очень маленьком зрачке призматический скачок приводит к образованию мертвой зоны (угла) в поле зрения (рис.13.6), а при большом зрачке в этой области будет наблюдаться двоение изображения.

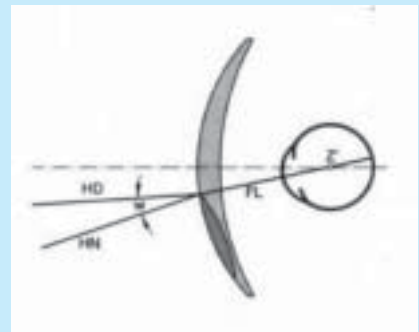


Рис.13.6. Мертвая зона в поле зрения из-за призматического скачка (главный луч HD для зрения через зону для дали, HN – через зону для близи)