

БИФОКАЛЬНЫЕ ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

Кушель Т. К., ведущий консультант по офтальмологическим продуктам отдела международной дистрибуции концерна Rodenstock по странам Восточной Европы и СНГ (Мюнхен, Германия)

Введение. Виды бифокальных линз

В случае пресбиопии для одновременного зрения вдаль и вблизи в одной паре очков могут быть использованы бифокальные линзы. Как следует из названия, такие линзы характеризуются наличием двух оптических зон. Область бифокальной линзы, используемая для зрения вдаль, называется зоной для дали, а область, используемая для зрения вблизи, – зоной для близи, или зоной для чтения. Как правило, зона для дали большая, и в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13666-2009 она называется главной зоной.

Исключение составляют специальные бифокальные и трифокальные линзы, размер, расположение и назначение зон в которых формируются по отдельному техническому заданию. Они будут рассмотрены ниже.

Существует несколько классификаций бифокальных линз. Наиболее логичной представляется классификация по конструктивным признакам. Первые бифокальные линзы были составными: две отдельные линзы для дали и близи подгонялись одна к другой краями и закреплялись в одном ободке. Дизайн такого рода часто называют очками Франклина, поскольку их изобрел именно Бенджамин Франклин, что подтверждается документально (рис. 1–2). Современным примером такой конструкции являются цельные бифокальные линзы с прямой видимой линией раздела (линзы Е-типа). Цельные бифокальные линзы изготавливаются методом шлифования.

Справедливости ради стоит упомянуть склеенные бифокальные линзы. Такие линзы не изготавливаются серийно и выполняют некие особые медицинские или функциональные требования. Примером склеенных бифокальных конструкций могут служить очень популярные в 70-е годы в Советском Союзе очки БСПО (бифокальные сферо-призматические очки) для коррекции прогрессирующей миопии у подростков. Бифокальный сегмент, обладающий плюсовой рефракцией и призматическим действием, приклеивался к внутренней стороне нижней части основной линзы.

Самое современное конструктивное решение – бифокальная линза с сегментом. Если линза изготавливается из минерального стекла, она будет называться спеченной. Сегмент с более высоким показателем преломления (флинт) вплавляется в вогнутую лунку на поверхности основной линзы, изготовленной из крона – материала с более низким

Автор описывает традиционные и современные разновидности бифокальных очковых линз. В статье подробно рассказывается об установке и центрировании линз этого типа, о различных оптических дизайнах, в том числе из ассортимента компании Rodenstock. Данная публикация – журнальная версия одного из разделов нового «Справочника медицинского оптика» (СПб., 2017).

Ключевые слова: бифокальные очковые линзы, оптический дизайн, бифокальный сегмент

Kushel T.K. BIFOCAL SPECTACLE LENSES

The author describes the traditional and modern varieties of bifocal spectacle lenses. The article describes in detail about the installation and centering of lenses of this type, and also about various optical designs, including the Rodenstock range. This publication is a magazine version of one of the sections of the new «Handbook of Medical Optics» (St. Petersburg, 2017).

Key words: bifocal spectacle lenses, optical design, bifocal segment

показателем преломления. Линия раздела зон тогда почти незаметна. Размер сегмента небольшой, поскольку он ограничен результирующей толщиной линзы. Линза из пластика с сегментом относится к цельным и имеет уступ на границе зон.

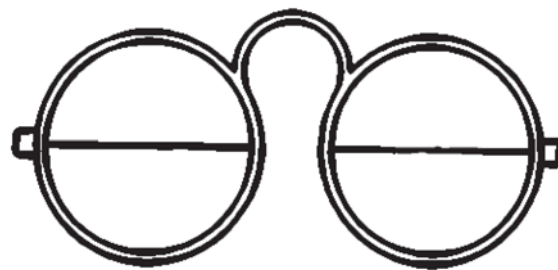


Рис. 1. Рисунок Бенджамина Франклина



Рис. 2. Старинные бифокальные очки

Линия раздела оптических зон бифокальной линзы может иметь различную форму и упрощенно подразделяется на несколько видов (рис. 3):

- D-сегмент – граница сегмента прямая, у производителей часто носит название S-формы от слова straight (прямой);
- С-сегмент – граница сегмента дугообразная, у производителей также носит название С-формы от слова curved (изогнутый);
- круглый сегмент, часто называемый R-сегментом;
- линзы Е-типа, или представительские; прямая линия пересекает всю линзу и разделяет ее на две зоны, примерно равные по размеру.

Ниже приведена таблица размеров сегментов различных форм.

Скачок изображения в бифокальных линзах

Когда взгляд человека в бифокальной линзе перемещается из зоны для дали в зону для близости, то ощущается изменение призматического действия при пересечении взглядом разделительной линии. Глаз встречает постоянно возрастающее призматическое действие по мере удаления от оптического центра зоны для дали. Когда взгляд оказывается в зоне для близости, он ощущает призматическое действие основанием вниз, внесенное сегментом на его вершине. Резкое действие призмы вызывает скачок изображения в поле зрения. Кроме того, из-за линии раздела сегмента возникает кольцевая скотома (слепой участок), в пределах которой предметы будут полностью скры-

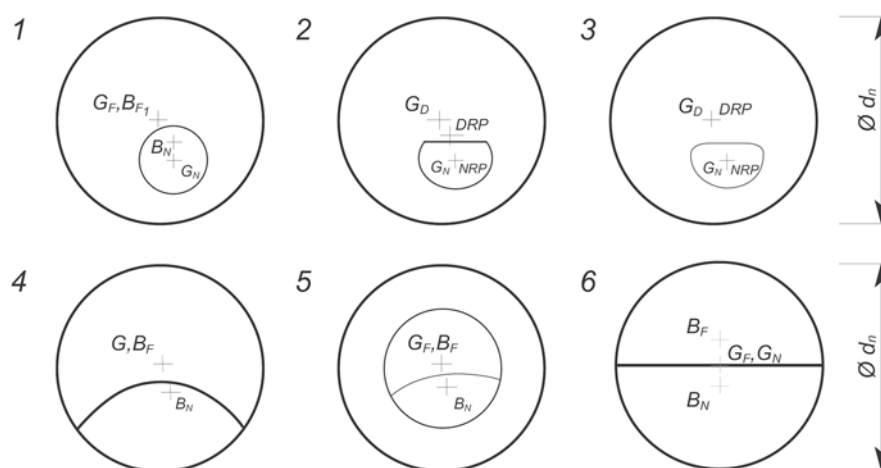


Рис. 3. Бифокальные дизайны очковых линз: **1** – линза с круглым сегментом; **2** – линза с D-сегментом; **3** – линза с С-сегментом; **4** – цельная минеральная линза с дугообразным сегментом; **5** – лентикулярная минеральная с дугообразным сегментом (Rodenstock); **6** – минеральная линза Е-типа (Rodenstock).

ты до тех пор, пока пользователь бифокальных очков не поднимет голову. При этом формируется устойчивая привычка менять положение головы при чтении; следовательно, процесс перехода с бифокальных очков на прогрессивные усложняется.

Величина скачка изображения равна величине призматического действия, вносимого сегментом на линии раздела, и определяется как произведение расстояния от вершины сегмента до его оптического центра, измеренного в сантиметрах, и добавки для чтения. Например, для круглого сегмента ее можно рассчитать так:

скачок изображения = радиус сегмента (см) × Add.

Для сегмента некруглой формы скачок изображения всегда меньше, поскольку его оптический центр расположен гораздо ближе к линии раздела. Это, собственно, и определило популярность такого дизайна.

Таблица размеров сегментов различных форм

Диаметры сегментов бифокальных линз, мм	
Полимерные бифокальные линзы	Цельные стеклянные бифокальные линзы
22,24,25,28, 38,40,45 круглые сегменты	30 дугообразные сегменты
25 D- и С-сегменты	38 дугообразные сегменты
28 D- и С-сегменты	40 дугообразные сегменты
40 С-сегменты	45 дугообразные сегменты
35 D-сегменты	

Ясно, что скачок изображения совершенно не зависит от силы основной линзы и положения оптического центра зоны для дали. Существуют запатентованные конструкции бифокальных линз без скачка изображения.

Установка и центрирование бифокальных линз

Установка бифокальных линз по вертикали осуществляется в соответствии с правилом «полей зрения», а именно: верхняя граница сегмента должна проходить по касательной к нижнему краю радужной оболочки (лимба), при этом пациент смотрит прямо вперед (нулевое направление взгляда). Для обеспечения правильного вертикального центрирования бифокальных линз проводят разметку, отмечая на демолинзе не центр зрачка, как это делается обычно, а край нижнего века. Впоследствии именно эта линия служит для позиционирования верхней точки сегмента (см. рис. 4). Установка по горизонтали осуществляется по межзрачковому расстоянию для дали.

Такое положение сегмента является нормой для подавляющего большинства людей, носящих бифокальные очки, и наиболее удобно для тех, кто надевает бифокальные очки впервые. Если возникает какое-либо сомнение в отношении требуемой высоты сегмента, если клиент находит обычное положение неудобным, линзы могут быть установлены в оправу иначе. Если бифокальные линзы выписаны главным образом для зрения вблизи, вершина сегмента может быть установлена несколько выше – скажем, посередине между нижним краем зрачка и нижним краем радужной оболочки. Если линзы выписаны для некоторой профессиональной цели и предполагается лишь их редкое использование для зрения вблизи, вершину сегмента можно расположить на 3–5 мм ниже нормы либо применить специальные конструкции бифокальных линз.

Установочная высота для бифокальных линз всегда больше, чем у прогрессивных из-за более низкого положения зоны близи. Оправы выбирают со значительным вертикальным размером для размещения сегмента, форма проема ободка – предпочтительно скругленный прямоугольник. Пантоскопический наклон для стандартных линз составляет 8–12 градусов, что гарантирует в дальнейшем «правильное» положение сегмента относительно направления взгляда.

Типичные правила установки бифокальных линз

1. Выберите оправу и подгоните ее правильно к лицу клиента.
2. Наденьте оправу на лицо клиента и предложите ему смотреть прямо и вперед. Если нужно, отрегулируйте высоту своего стула так, чтобы ваши глаза были точно на уровне глаз клиента.

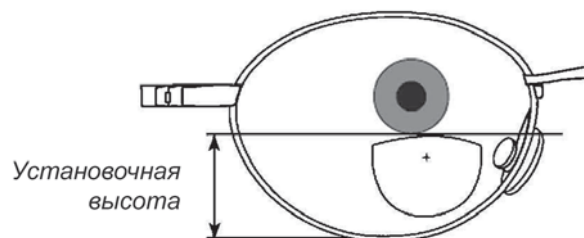


Рис. 4. Схема позиционирования верхней точки сегмента

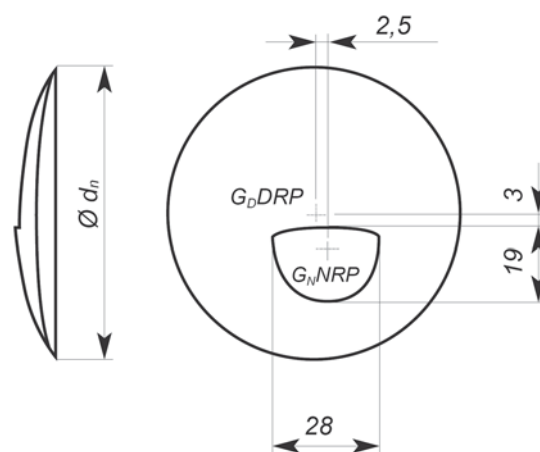


Рис. 5. Геометрические параметры сегмента в бифокальной линзе

3. Предложите клиенту смотреть прямо в ваш левый открытый глаз. Затем, используя маркер, поставьте метку на уровне нижнего края радужной оболочки правого глаза клиента. Эта точка часто находится на уровне нижнего века.
4. Предложите клиенту смотреть прямо в ваш правый глаз, не двигая головой, и поставьте вторую метку напротив нижнего края радужной оболочки левого глаза клиента.
5. Снимите и снова наденьте оправу на клиента и повторите процедуру. В этот раз новых меток не ставят: нужно только убедиться, что готовые метки действительно расположены напротив нижних краев радужных оболочек.
6. Запомните величины установочной высоты сегмента или положения вершины сегмента по отношению к горизонтальной средней линии. Используйте карты разметки, чтобы убедиться, что линза нужного дизайна может быть изготовлена из заготовки с диаметром, имеющимся в наличии.

Контроль бифокальных линз

Проверка параметров бифокальных линз осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 53950-2010. Контроль оптических параметров подробно описан

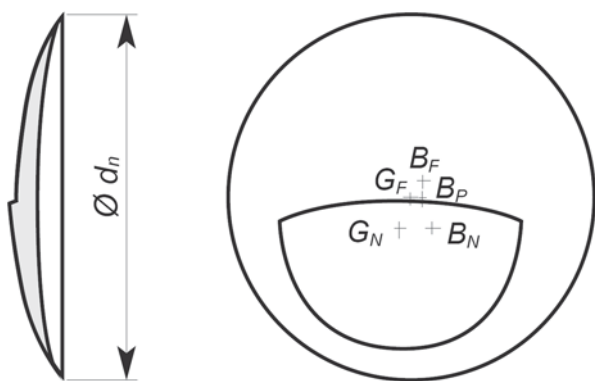


Рис. 6. Схематическое изображение правой линзы для коррекции аккомодационного косоглазия Excelit AS (C 40) от Rodenstock с большим сегментом, смещенным в темпоральную зону (к виску)

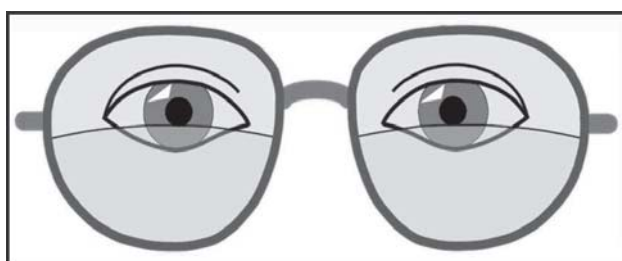


Рис. 7. Центрирование линзы для коррекции аккомодационного косоглазия Excelit AS в детских очках

в § 4.2 нового «Справочника медицинского оптика» [1]. В заключительной части этого параграфа особое внимание уделяется определению годности бифокальных линз и проверке возможности их парирования при разных положениях сегментов правой и левой линзы.

Отдельные требования предъявляются в стандарте к размерам сегментов (рис. 5). В соответствии с п. 5.3.3 ГОСТ Р 53950, любой из размеров сегмента (ширина, глубина и глубина промежуточной зоны) не должен отличаться от номинального значения более чем на $\pm 0,5$ мм. Для согласованной пары очковых линз любые размеры сегмента (ширина, глубина и глубина промежуточной зоны) не должны отличаться от номинального значения более чем на $\pm 0,7$ мм.

Поскольку ГОСТ не определяет методику контроля и допустимые значения линейных параметров положения сегментов бифокальных линз, определение годности парных линз можно оценить по величине призматического действия. Так, при контроле расстояния от базовой точки для дали (оптического центра для дали) до вершины сегмента следует произвести измерения призматического действия в точке зоны для дали в вершине сегмента правой и

левой линз, найти их разницу и сравнить с данными первой строки третьего столбца таблицы 5 из ГОСТ Р 53950-2010.

Пример: При контроле парных бифокальных линз одного заказа, выполненных по рецепту OU: -3,5 Add 2,0, в правой линзе расстояние от оптического центра для дали до вершины равно 5 мм, в левой линзе – 2 мм. Годны ли линзы? Призматическое действие в вершине сегмента составило 1,75 пр. дптр в правой линзе и 0,70 пр. дптр в левой линзе. Разница $1,75 - 0,70 = 1,05$ пр. дптр. Выбираем в таблице 5 указанного ГОСТа первую строчку (призматическое действие ноль) и третий столбец («По вертикали») и рассчитываем предельно допустимое для данного случая значение призматического дифференциала по формуле $0,25 + 0,05 \times F' = 0,25 + 0,05 \times 3,5 = 0,425$ пр. дптр. Имеющийся призматический дифференциал 1,05 пр. дптр. превышает предельно допустимое значение 0,425 пр. дптр. Вывод: линзы не пригодны к установке. Другой способ контроля: вместо расчетного метода можно измерить значение призматического действия линз на диоптриметре.

Бифокальные линзы специального назначения

Подавляющее большинство рецептов на бифокальные линзы выписывается для того, чтобы заменить две отдельные пары очков. Однако ни одна пара очков не сможет обеспечить наилучшим образом специальные медицинские или профессиональные требования для всех случаев жизни – например, когда нужны линзы для лечения аккомодационного косоглазия у детей или при пресбиопии с нестандартными требованиями к расположению зоны для близи в очках.

Линзы для коррекции аккомодационного косоглазия. Бифокальные сегменты в линзах принято смещать к носу для совмещения полей зрения при работе вблизи. С учетом средней конвергенции смещение обычно составляет 2–3 мм. Линзы для коррекции аккомодационного косоглазия Excelit AS (C 40) имеют сегмент не только увеличенный до 40 мм, но и смещенный в сторону виска для создания управляемого разводящего призматического действия (рис. 6). Действие линзы заключается в поддержке нормальной работы глаз при избыточной аккомодации и создает в зоне для близи призматический эффект кнаружи (out) за счет обратного смещения сегмента к виску. При этом компенсируется избыточное движение глаз кнутри (in), а фактор AC/A увеличивается. Благодаря такой бифокальной конструкции и величине аддидации от 2,00 до 3,00 дптр снижаются аккомодационные усилия и угол отклонения косящего глаза. Основное предназначение таких линз – достижение хорошего бинокулярного зрения вблизи.

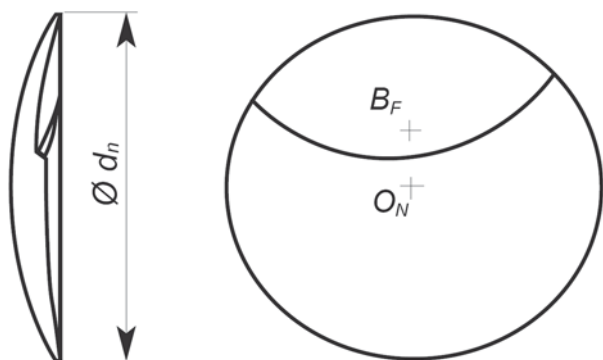


Рис. 8. Бифокальные линзы семейства Ardis, Rodenstock Manufaktur

Для успешного лечения линзы Excelit AS должны центрироваться выше, чем обычные бифокальные линзы, чтобы при правильной посадке очков на лице и нормальном привычном положении головы близко расположенные предметы были видны через зону для близи. В рамках терапии гиперметропии с аккомодационным косоглазием у детей вершина сегмента устанавливается по нижнему краю зрачка (рис. 7). Такое положение сегмента также обусловлено привычным направлением взгляда ребенка прямо и вверх и положением оправы на лице и голове с малым пантоскопическим наклоном из-за несформированной переносицы.

Бифокальная линза с небольшим сегментом для дальних/средних расстояний, расположенным сверху. Такие линзы подойдут людям, имеющим нестандартные требования к расположению зоны для близи, – например, пилотам (из-за расположения приборов сверху), архивариусам, библиотекарям, электрикам, юстировщикам станков. Конструкция характеризуется отсутствием скачка изображения (рис. 8).

Линзы относятся к семейству Ardis от Rodenstock Manufaktur и могут иметь не только бифокальную, но и трифокальную конструкцию с самым разным расположением зон. Так, линза Ardis NFN 1.50 из минерального стекла состоит из двух зон для близи – сверху и снизу, между которыми расположена зона для дали. Обе линии раздела выполняются с разворотом для совмещения бинокулярных полей зрения при взгляде через зоны близи, то есть с учетом угла разворота глаз при конвергенции.

Бифокальные линзы из минерального стекла с прямой линией раздела (представительские). Эти линзы (рис. 9) представляют собой цельную конструкцию и дают уникальную возможность изготовления разных призм в зонах. Возможна также индивидуальная децентрация центра зоны для близи. Такая линза доступна и в трифокальном варианте.

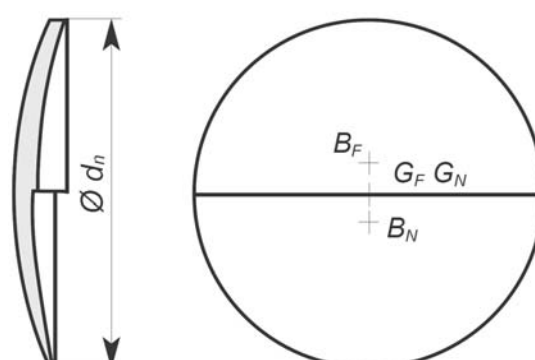


Рис. 9. Бифокальные линзы из минерального стекла с прямой линией раздела (представительские)

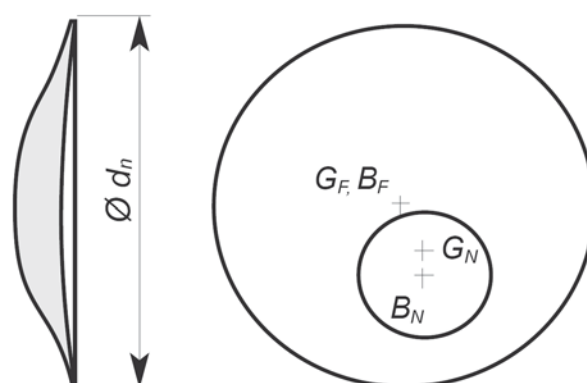


Рис. 10. Линза Perfastar Bifo для высоких гиперметропий с размером оптической зоны 44 мм.

Бифокальная пластиковая лентиккулярная линза для коррекции высоких гиперметропий.

Бифокальная пластиковая линза с неявным лентиккулярным для супервысоких гиперметропий со специальной поверхностью высоких порядков для гашения повышенных аберраций плюсовой линзы носит название Perfastar Bifo 1.50 (рис. 10). Конструкцию отличает отсутствие кольцевой скотомы благодаря специальным полиномиальным поверхностям. Благодаря сложной асферичности и материалу линза имеет небольшой вес. Сегмент круглой формы диаметром 22 мм может быть выполнен с индивидуальной децентрацией зоны близи, стандартная децентрация сегмента составляет 4 мм. По вертикали линза центрируется по верхнему краю нижнего века, по горизонтали – согласно монокулярному межзрачковому расстоянию.

Список литературы

1. Справочник медицинского оптика: часть первая. Основы физической оптики. Физиология зрения. Контактная коррекция. Очковые линзы /Певко Д.В., Кушель Т.К., под ред. В.Г. Бахтина. – СПб., 2016.

E-mail для связи с автором: kushel_family@mail.ru.