

## Основы оптики прогрессивных очковых линз (окончание)

Д.Мейстер, специалист Carl Zeiss Vision

Мы продолжаем публикацию статей Д.Мейстера, посвященных современным очковым линзам. Статьи будут печататься в течение 2013 г. в рамках рубрики «Академия Carl Zeiss Vision». Материалы предоставлены компанией ООО «Оптик Диас».

### Основное зрение

Основное зрение обычно включает повседневно выполняемые пациентом зрительные задачи, которые требуют высокой остроты зрения и достаточно широкого поля четкого зрения. Высокая острота зрения возможна только через центральные зрительные зоны прогрессивной линзы. Поскольку эти зоны не имеют четких границ, то их размеры и эффективность изменяются в зависимости от толерантности пользователя к размытости изображения и характера зрительной задачи.

Размер центральных зрительных зон могут быть увеличен смещением поверхностного астигматизма, характерного для имеющегося дизайна, дальше на периферию линзы. Однако это приведет к более быстрому росту и более высокой величине оптической силы нежелательного цилиндра. Следовательно, размеры зон зрения вдаль и вблизи не должны быть больше, чем это необходимо, чтобы избежать неизбежного при этом ухудшения оптического качества прогрессивной линзы. Более того, перед дизайнером прогрессивной линзы стоит задача определить оптимальный баланс между размерами этих двух зрительных зон линзы (рис. 8).

Конфигурация центральных зрительных зон линзы должна соответствовать типичному характе-

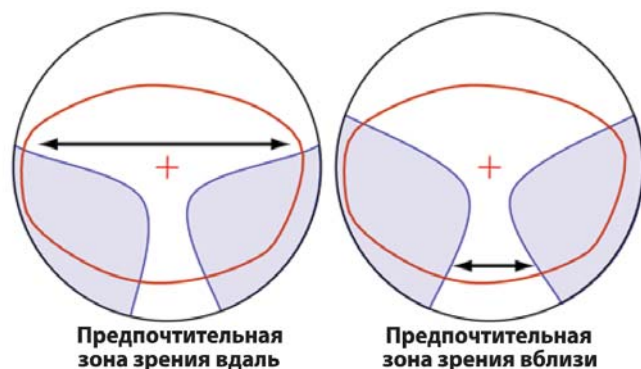


Рис. 8. Дизайнер прогрессивной линзы должен определить оптимальный баланс между размерами зон зрения вдаль и вблизи

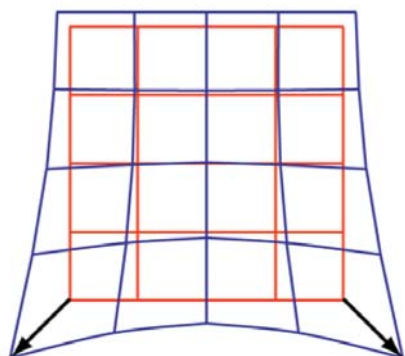
ру физиологического взаимодействия пациента с окружающей средой, включая зрительные задачи, обычно выполняемые им в течение дня. Для этого требуется тщательное изучение диапазона и природы типичных зрительных задач, а также оценки относительной частоты их выполнения в течение дня. Имеются также прогрессивные линзы, предназначенные для выполнения специальных зрительных задач, например, для работы на компьютере.

Кроме того, такое же большое значение имеет *геометрическое положение объектов*, участвующих в этих зрительных задачах. Поверхностное распределение оптической силы и аддидации линзы должно соответствовать типичным размерам, расположению и ориентации объектов, вовлеченных в выполняемые зрительные задачи. Например, оптика центральных зон должна быть рассчитана так, чтобы обеспечить пациенту правильную величину аддидации на типичных для него расстояниях для чтения при выполнении каждой зрительной задачи.

### Динамическое зрение

Размытие, вызванное нежелательным цилиндром на периферии прогрессивной линзы, менее критично для бинокулярного зрения, от которого часто требуется лишь определение наличия объектов и их локализации. Однако изменение величины аддидации и силы нежелательного цилиндра на периферии может вызывать быстрое изменение призмы и степени увеличения. Эти изменения приводят к эффекту, который называют «плавающим эффектом», при котором объекты представляются искаженными, смещенными и даже неестественно колеблющимися.

Вестибулярный аппарат, находящийся во внутреннем ухе, связан со зрительной системой. Он помогает установить ощущение баланса и стабилизировать зрение во время движения. Неприятные зрительные ощущения могут возникать, когда видимое через линзу движение окружающих



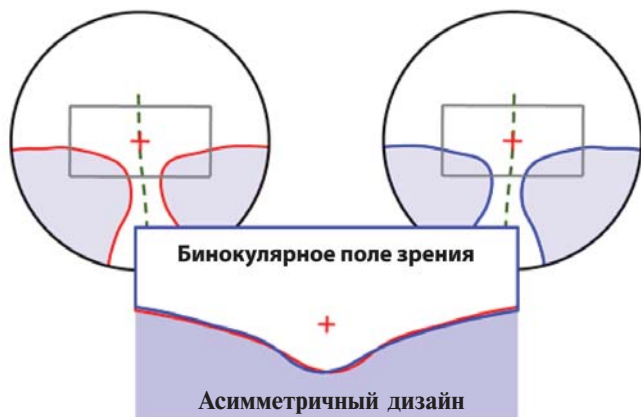
Изменение формы прямоугольной решетки

**Рис. 9.** Увеличение, вызываемое наклонно ориентированным нежелательным цилиндром на периферии прогрессивной линзы, вызывает изменение формы объекта и другие раздражающие зрительные эффекты

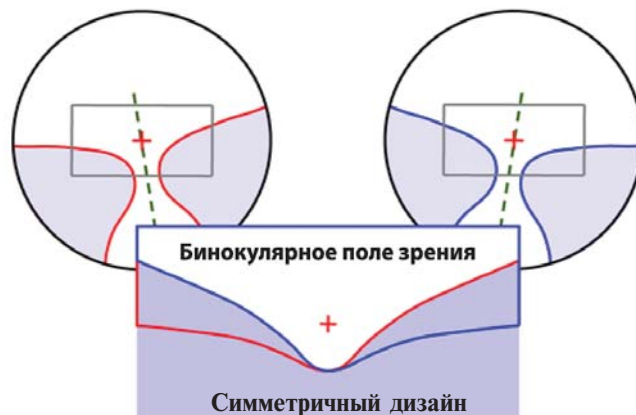
объектов из-за плавления изображения отличается от физического движения или ориентации, фиксируемых пользователем линз. Этот вестибулярно-зрительный конфликт может вызывать неприятное ощущение «качки», аналогичное возникающее при головокружении и болезни движения.

Объекты – такие как прямые линии – также могут быть видны искривленными или наклонными, если смотреть на них через латеральные зоны прогрессивной линзы. Поскольку ось нежелательного цилиндра на периферии обычно расположена наклонно, по разным направлениям будет иметь место разная степень увеличения. Это косое увеличение, называемое искажением сдвига, приводит к наклону и растяжению вертикальных и горизонтальных границ изображения (рис. 9).

Поверхностная оптика на периферии прогрессивной линзы должна быть очень точно распределена, чтобы минимизировать плавающий эффект, искажение формы и другие нежелательные оптические побочные эффекты. Плавающий эффект, который вызывает видимое ускорение движения изобра-



**Рис. 11.** Асимметричный прогрессивный дизайн увеличивает бинокулярное поле зрения, устанавливая лучшее соответствие между зрительными зонами правой и левой линзы



**Рис. 10.** Симметричный дизайн прогрессивной линзы приводит к значительному снижению поля бинокулярного зрения и нарушению бинокулярной фокусировки, так как при повороте нежелательный цилиндр в назальной области линзы затрагивает зону зрения вдаль каждой линзы

жений, можно минимизировать, контролируя положение оси нежелательного цилиндра на периферии, чтобы он в основном располагался как можно под меньшим углом наклона.

#### Бинокулярное зрение

Дизайн первых прогрессивных линз был *симметричным*, т.е. правая и левая линзы были одинаковыми. Чтобы обеспечить нужное смещение зоны зрения вблизи, линзы при установке в оправу поворачивали на 9-11 градусов. Однако это приводило к появлению нежелательного цилиндра в назальной области линзы, затрагивающего зону зрения вдаль, что вызывало как нарушение фокусировки, когда пользователь смотрел в сторону, так и ограничение *поля бинокулярного зрения* (рис. 10). Это также ограничивало контроль инсета для зрения вблизи, так как путь на инсет через коридор прогрессии должен проходить по прямой линии.

Дизайны большинства современных прогрессивных линз *асимметричны* – для правой и левой линз используются разные дизайны. Величина нежелательного цилиндра на каждой стороне прогрессивной линзы определяется независимо, что позволяет получить нужный инсет для зрения вблизи, не прибегая к вращению линз. Прогрессивный коридор каждой линзы проходит под определенным углом, обеспечивающим необходимым назальное смещение инсета. Это гарантирует лучшее бинокулярное соответствие правой и левой зрительных зон, обеспечивая более широкое бинокулярное поле зрения (рис. 11).

Хотя асимметричные дизайны обеспечивают широкие бинокулярные поля зрения, уровни нежелательного астигматизма в назальной стороне от коридора прогрессии часто довольно высокие, что является следствием получения необходимой величины инсета без вращения самого дизайна линзы. Это создает разницу в величине призмы, увеличения и оптической силы между корреспондирующими

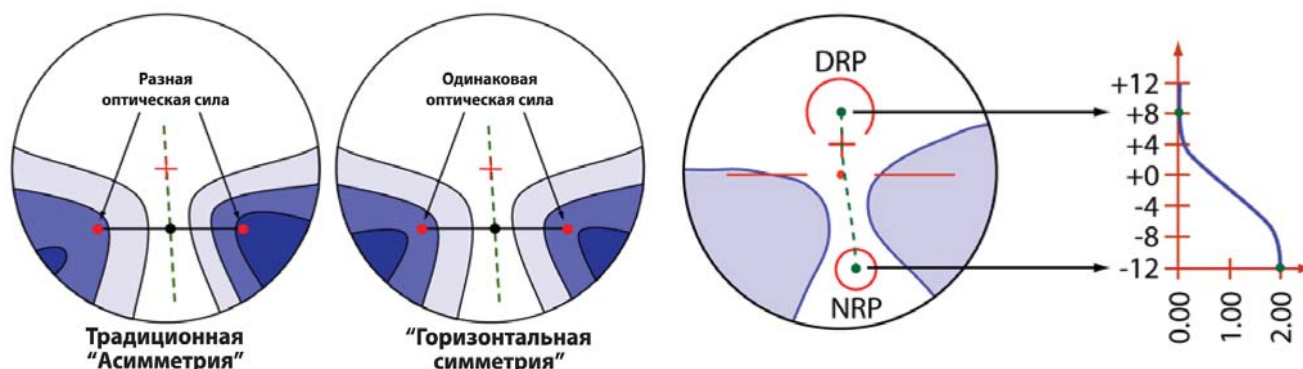


Рис. 12. Горизонтально симметричный прогрессивный дизайн минимизирует разницу в оптической силе и призме между соответствующими точками обеих линз по любую сторону от прогрессивного коридора. Это улучшает фузию и повышает комфорт бинокулярного зрения

точками на двух линзах, когда зрительные линии двигающихся в унисон глаз движутся по поверхности линз. Это может затруднять бинокулярную фузию. Прогрессивные линзы с горизонтальной симметрией дизайнера делают асимметрию еще более совершенной, минимизируя разницу в оптической силе и призме между соответствующими точками по каждую сторону от прогрессивного коридора (рис. 12).

### Эргономические показатели

Теоретически длина коридора прогрессии определяется как расстояние вдоль коридора прогрессии между точкой с наименьшей величиной аддидации и точкой с наибольшей величиной аддидации. Наименьшая аддидация обычно имеется в *контрольной (базовой) точке зоны зрения вдаль (DRP)*, а наибольшая - в *контрольной точке зоны зрения вблизи (NRP)*. Однако на практике длина коридора прогрессии обычно определяется как расстояние от установочного креста до некоторой точки вдоль коридора прогрессии, в которой величина аддидации близка к максимальной (например, в точке, где аддидация равна 85% от максимального значения).

Некоторые факторы следует учитывать, выбирая длину коридора для прогрессивного дизайна линзы. Например, короткий коридор прогрессии обладает следующими преимуществами:

1. Лучше приспособлен для зрения вблизи для узких очковых оправ
2. Глаза меньше смещаются вниз для зрения вблизи.

Каждый дополнительный 1 мм длины коридора требует примерно двух дополнительных градусов вращения глаз для достижения зоны зрения вблизи. Если коридор слишком длинный, пользователь может не достичь полной аддидации, не принимая неудобной или неестественной позы. Кроме того,

Рис. 13. Величина аддидации вдоль коридора прогрессии должна тщательно контролироваться, чтобы максимально увеличить эргономичность дизайна линзы без необязательного снижения ее оптического качества.

маленькое значение минимальной установочной высоты прогрессивной линзы ограничивает выбор очковых оправ.

Однако у короткого коридора прогрессии есть свои недостатки:

1. Хуже приспособлен для зрения на промежуточных расстояниях
2. Уровни нежелательного астигматизма и степень искажений нарастают быстрее.

Следовательно, длина коридора прогрессии должна быть тщательно подобрана, чтобы обеспечить максимальное удобство пользования с наименьшим ухудшением оптических свойств. Более того, скорость изменения величины аддидации вдоль коридора прогрессии также важна. Слишком большой величины положительной добавки вблизи установочного креста следует избегать, чтобы обеспечить четкое зрение вдаль, а нарастание величины аддидации в области, где коридор прогрессии достигает зоны зрения вблизи, должно соответствовать расстояниям, на которых типичный пресбиоп держит материалы при чтении (рис. 13).

### Список литературы

- 1 Schwendeman, F, Ogden, B, Horner, D, & Thibos, L. "Effect of Sphero-Cylinder Blur on Visual Acuity." *Optometry and Vision Science*, 1997; Vol. 74, No. 12; pp 180-181
- 2 Sheedy, J, Campbell, C, King-Smith, E, and Hayes, J. "Progressive Powered Lenses: the Minkwitz Theorem." *Optometry and Vision Science*, 2005; Vol. 82, No. 10, pp 1-9
- 3 Sheedy, J, Hardy, R, & Hayes, J. "Progressive addition lenses – measurements and ratings." *Optometry*, 2006; Vol. 77, pp 34-36