

Однофокальные очковые линзы: от асферики к аторике

В первой части (см. ВО, 2017, №5) серии публикаций, посвященных дизайнам однофокальных линз, мы узнали, как в результате практических и теоретических исследований оптических дизайнов линз специалисты пришли к открытию линз «наилучшей формы» и асферического дизайна, которые позволили значительно улучшить качество зрения в однофокальных очках.

Напомним кратко основные моменты предыдущей статьи:

- Очковым линзам присущи оптические aberrации, ухудшающие качество зрения через линзы. В основном на качество зрения в однофокальных линзах влияют aberrации наклонных пучков (их также называют aberrациями косых пучков), искажающие изображение, видимое через периферию очковой линзы. Уменьшив эти aberrации, можно значительно расширить поля четкого зрения через однофокальные линзы.
- Линзы, имеющие сферическую переднюю поверхность оптимальной для определенной оптической силы линзы кривизны (базовая кривизна), называют линзами «наилучшей формы», поскольку они имеют наименьший уровень aberrаций наклонных пучков и обеспечивают высокое качество зрения через периферические области линзы. Для каждой оптической силы сферической линзы существует своя оптимальная базовая кривизна.
- Линзы «наилучшей формы» хотя и обеспечивают высокое качество зрения, могут быть достаточно выпуклыми, толстыми и тяжелыми. Для получения более тонких и легких линз применяют асферический дизайн. Aberrации, индуцированные асферической поверхностью, компенсируют aberrации наклонных пучков. В результате асферические линзы обеспечивают четкое зрение через всю поверхность линзы, включая периферию. Для каждой оптической силы линзы существует своя оптимальная асферическая кривая.
- Сферические поверхности линз получают вращением вокруг оси части окружности. Кривизна сферических поверхностей одинакова по всем меридианам и не изменяется вдоль меридианов. Асферические по-

верхности получают вращением вокруг оси участков таких кривых, как парабола, эллипс и др. (эти кривые образуются при пересечении конуса плоскостью под разными углами наклона). Кривизна асферических поверхностей одинакова по всем меридианам, но изменяется вдоль меридианов. Сферические и асферические поверхности являются ротационно- или осесимметричными, поскольку их получают путем вращения части окружности или асферической кривой вокруг оси.

Традиционные дизайны однофокальных сферо-цилиндрических линз

Сферо-цилиндрические линзы, предназначенные для коррекции астигматизма, выпускаются с одной торической поверхностью, имеющей разные радиусы кривизны в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис.1). Торические поверхности создают две оптические силы и формируют два разделенных фокуса, соответствующие сферическому и цилиндрическому меридианам (взаимно-перпендикулярным) поверхности. Сечение торической поверхности вдоль каждого меридиана представляет собой часть окружности. Торическая поверхность также является осесимметричной; ее также можно получить вращением части окружности вокруг оси.

Оптическая сила сферо-цилиндрических линз с торической поверхностью изменяется при переходе от сферического меридиана к цилиндрическому, как показано на рис.2. Поскольку для каждой оптической силы линзы существует своя индивидуальная наилучшая форма линзы, устраняющая периферические aberrации,

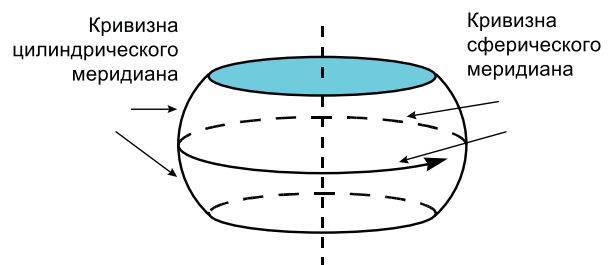


Рис.1. Торическая поверхность имеет разную кривизну (два радиуса кривизны) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Сечения торической поверхности по двум главным меридианам – части окружности разных радиусов.

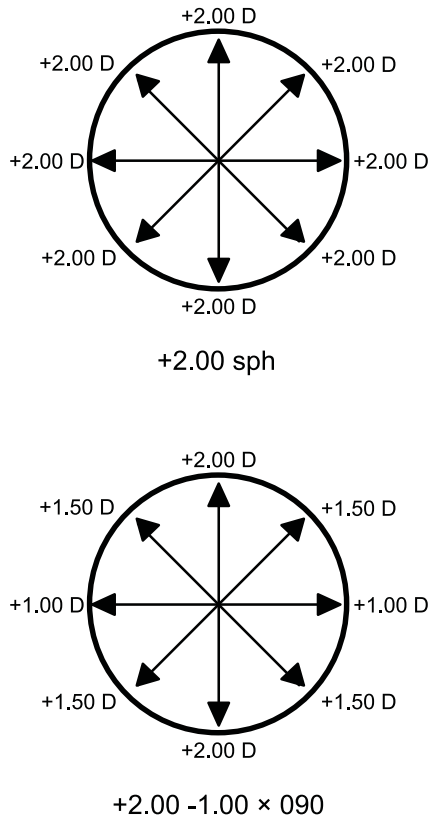


Рис.2. Вверху сферическая линза +2,00 D. Линза имеет одинаковую оптическую силу +2,00 D по всем направлениям (для всех меридианов). Внизу сферо-цилиндрическая линза +2,00 D -1,00 x 90. Оптическая сила линзы для разных меридианов разная. Оптическая сила по меридиану 90° составляет +2,00 D. Оптическая сила по меридиану 180° равна комбинации силы сферы и цилиндра: +2,00 + -1,00 = +1,00 D.

то оптический дизайн однофокальной линзы, имеющей заметную цилиндрическую составляющую, не может быть полностью оптимизирован только лишь выбором поверхности наилучшей формы. Можно выбрать наилучшую форму либо для сферического меридиана, либо для цилиндрического (либо для среднего значения силы – сферо-цилиндрического эквивалента). Если сила цилиндра невелика, то ухудшение качества периферического зрения будет незначительным. Для больших цилиндров поле четкого зрения существенно сужается, независимо от выбранного для оптимизации меридиана. Аналогичная ситуация имеет место и при использовании асферизации для уменьшения периферических aberrаций – использование одной асферической кривой для всех меридианов при больших значениях цилиндра не позволит получить четкого зрения через всю периферию линзы.

Эту задачу решают линзы аторического дизайна.

Однофокальные аторические линзы

Аторическую поверхность можно получить, если для разных меридианов используется разная асферическая кривая. Аторическая поверхность также отличается от

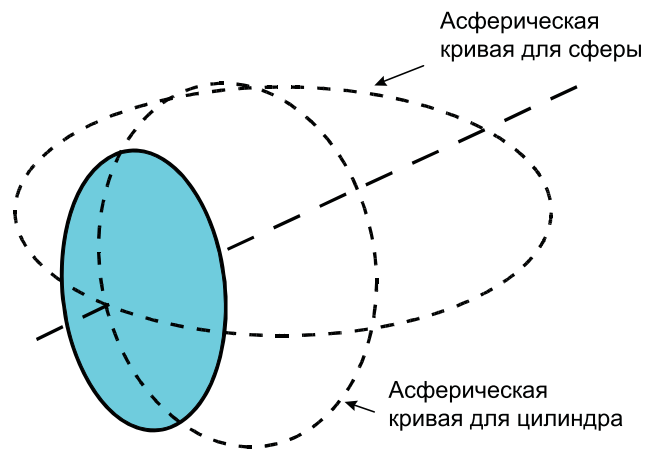


Рис.3. Аторическая поверхность с разными асферическими кривыми для сферического и цилиндрического меридиана.

торической, как асферическая от сферической. На рис.3 приведено схематическое изображение аторической поверхности (с двумя асферическими кривыми).

Аторический дизайн, являясь расширением асферического дизайна, позволяет оптимизировать линзу как по силе сферы, так и по силе цилиндра, обеспечивая пользователю с астигматизмом широкие поля четкого зрения. Аторические линзы превосходят по качеству предоставляемого ими зрения как линзы наилучшей формы (со сферическими базовыми кривыми по всем меридианам), так и ротационно-симметричные асферические линзы в широком диапазоне оптической силы, особенно при больших значениях цилиндра.

... использование одной асферической кривой для всех меридианов при больших значениях цилиндра не позволит получить четкого зрения через всю периферию линзы.

Аторические линзы нельзя получить на традиционном оборудовании, которым раньше были оснащены оптические лаборатории, поэтому их поставляли готовыми с заводов производителя. Сегодня аторические линзы могут быть изготовлены во многих лабораториях, имеющих современное FreeForm оборудование, путем формирования аторического дизайна на задней поверхности линзы.

Современные FreeForm технологии производства очковых линз позволяют не только получать аторические дизайны, но и изготавливать индивидуальные линзы, в оптическом дизайне которых учитываются параметры, описывающие особенности положения линз на лице конкретного пользователя.

Другие материалы, посвященные оптическим дизайнам современных однофокальных очковых линз, читайте в следующих номерах журнала.

При подготовке статьи использовались материалы, ранее опубликованные в журнале, а также представленные на сайте oricampus.com.