

Оптика FreeForm однофокальных очковых линз

Д. Мейстер, специалист Carl Zeiss Vision

Данная публикация является второй из двух запланированных к печати статей, подготовленных специалистом компании Carl Zeiss Vision Д.Мейстером и одобренных американским Советом по оптометрии (ABO) для включения в образовательный курс для получения сертификата ABO Continuing Education Certificate.

Печатается с разрешения компании Carl Zeiss Vision. Статьи предоставлены компанией Optic Dias.

Все большее распространение получают FreeForm прогрессивные линзы, в дизайне которых учитываются индивидуальные параметры пользователей. Однако некоторые производители начали применять технологию FreeForm для изготовления индивидуальных однофокальных очковых линз.

Ограничения традиционных однофокальных линз

В течение столетия дизайнеры очковых линз знали, что поле четкого зрения через очковую линзу ограничено из-за различных оптических aberrаций, в особенности из-за астигматизма косых пучков. Эти aberrации вызывают нежелательные изменения сферы и цилиндра от указанных в рецепте значений в зонах, лежащих вне оптического центра линзы. Это снижает качество периферического зрения пользо-

вателя сферы должна быть использована своя базовая кривая или асферический дизайн. К сожалению, это нельзя реализовать на практике по ценовым и складским соображениям. Поэтому традиционные однофокальные линзы получают из заготовок, которые поставляются с заводов с отлитой передней поверхностью с ограниченным набором базовых кривых (которые используются для всех значений оптической силы, рис.1).

Более того, если для коррекции зрения требуется цилиндр, то никакая базовая кривая и ни один асферический дизайн не смогут исключить оптические aberrации, соответствующие одновременно сферическому и цилиндрическому меридианам.

Кроме того, на качество зрения через линзу влияет также ее положение относительно глаза. Оно ха-



Рис.1. Каждая оптическая сила линзы требует своей базовой кривизны (кривизны передней поверхности) или асферического дизайна для устранения aberrаций. Однако обычно все значения оптической силы линз сгруппированы в ограниченный набор базовых кривых (точки на кривой), чтобы уменьшить стоимость готовых линз.

вателя очками. Для сферы можно минимизировать эти оптические aberrации либо выбором подходящей кривизны передней поверхности линзы (базовой) или применением асферического дизайна.

Для того, чтобы полностью исключить эти оптические aberrации, согласно принципу оптических линз «наилучшей формы» для каждого предписанного зна-

рактизуется пантоскопическим углом, углом изгиба плоскости оправы и вертексным расстоянием. Наклон линзы также индуцирует астигматизм косых пучков, который вызывает нежелательные изменения значений цилиндра и сферы (рис.2).

К счастью, применение технологии FreeForm позволяет изготовить однофокальные линзы, удов-

ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

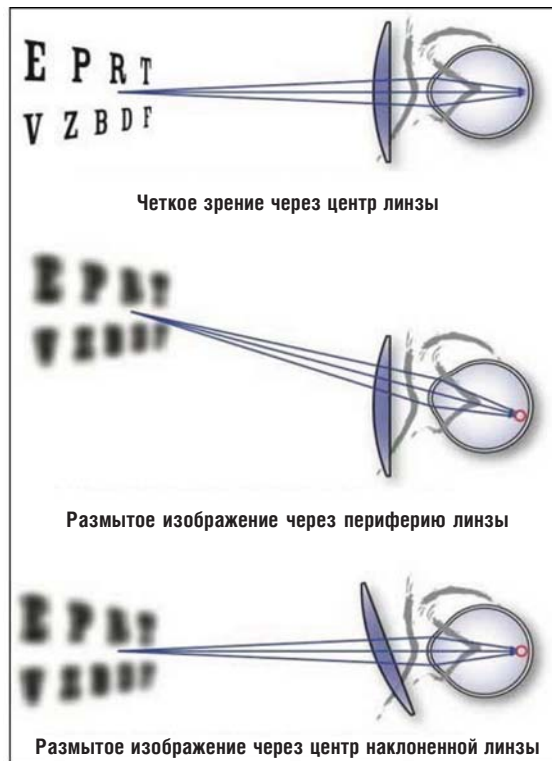


Рис. 2. Хотя зрение через оптический центр линзы, установленной без наклона, может быть четким, при взгляде через периферию линзы или даже через оптический центр наклоненной линзы зрение будет искажено из-за aberrаций косых пучков

летворяющие требованиям отдельного пользователя очками. Некоторые производители начали использовать эту технологию в сочетании с программным обеспечением для расчета непосредственно перед процессом изготовления линзы оптического дизайна, учитывающего индивидуальные параметры пользователя. Уникальный дизайн линзы рассчитывается по значениям Rx и индивидуальным параметрам, описывающим положение линзы, в режиме реального времени. Результаты полученных расчетов передаются прямо на высокоточное оборудование FreeForm для обработки поверхности линзы.

Индивидуализация параметров линзы

Когда пользователь очками смотрит через периферические зоны очковой линзы, астигматизм косых пучков и другие aberrации индуцируют нежелательные ошибки значений силы сферы и цилиндра. Это вызывает отклонение фокуса линзы от требуемого положения, что приводит в свою очередь к размытию изображения, ухудшающего качество зрения в очках и ограничивающего поле четкого зрения пользователя (рис.3). Aberrации линзы могут привести также к искажению формы изображения, особенно при наличии цилиндрической составляющей коррекции, что влияет на бинокулярное зрение и восприятие перспективы. Для традиционных

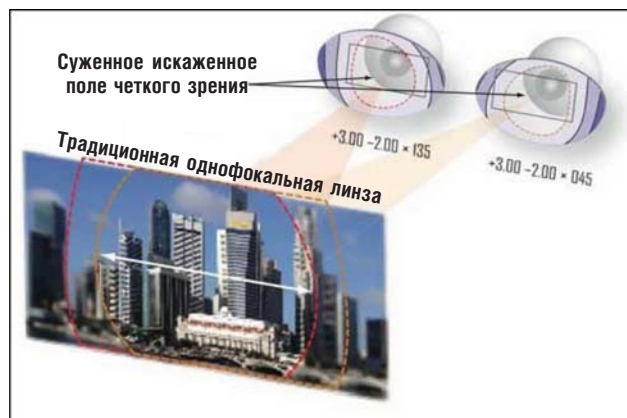


Рис. 3. Для многих предписанных значений поле четкого зрения может быть ограничено и искажено по форме из-за некорригированных aberrаций линзы

ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

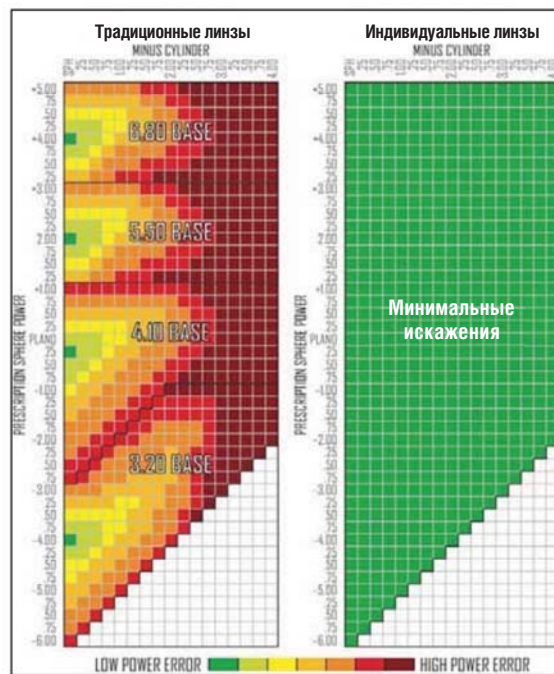


Рис. 4. В отличие от традиционных линз оптическое изображение через индивидуальную однофокальную линзу не зависит от имеющегося в наличии набора базовых кривых, и каждый пользователь может получить наилучшее доступное качество оптики с минимальными оптическими aberrациями

однофокальных очковых линз каждая базовая кривая будет давать оптимальное качество зрения только для значений силы сферы, расположенных вблизи имеющихся в наличии базовых кривых (рис.4). Для всех других значений силы сферы остаточные aberrации на периферии линзы будут ухудшать качество зрения, причем ухудшение будет тем значительнее, чем сильнее отклонение силы сферы от идеальных значений.

клоняет оптическую ось линзы, то назначение призмы также индуцирует астигматизм косых пучков.

Использование специального программного обеспечения и оборудования FreeForm позволяет индивидуализировать оптический дизайн линзы на основе уникальных параметров каждого пользователя. Тонкая подгонка оптического дизайна в соответствии с точными данными рецепта на очки на основе использования асферического



Рис. 5. Однофокальная FreeForm линза Carl Zeiss точно индивидуализирована в соответствии с параметрами пользователя, обеспечивая ему широкие симметричные поля четкого зрения

Еще раз подчеркнем, что для устранения или, по крайней мере, минимизации этих aberrаций необходимо использовать единственную базовую кривую или уникальный асферический дизайн. Более того, если для коррекции зрения необходим цилиндрический компонент, то никакая базовая кривая или асферический дизайн не смогут устранить aberrации, которые одновременно индуцированы сферой и цилиндром линзы. Более того, поскольку призма заметно на-

дизайна позволяет практически исключить остаточные aberrации линзы. В результате, полностью индивидуализированные линзы обеспечивают более широкие симметричные поля четкого зрения по сравнению с традиционными линзами. Пользователи такими линзами получают самые широкие из возможных поля четкого зрения и улучшенное бинокулярное зрение для любых значений Rx (рис.5).

Окончание статьи в следующем номере.