

Однофокальные очковые линзы с улучшенной четкостью изображения

Самое высокое качество зрения в прогрессивных очках сегодня обеспечивают индивидуальные прогрессивные линзы, при расчете дизайна которых учитываются индивидуальные параметры пользователя очками. К ним относятся параметры, описывающие точное положение линз относительно глаз пациента: заднее вертексное расстояние, монокулярные значения PD и ряд других. Некоторые производители наряду с этими параметрами используют дополнительные данные, позволяющие еще точнее характеризовать индивидуальные особенности зрительной системы пользователя очками: например, соотношение между движениями головы/глаз, расстояние до центра вращения глаз и др. В расчеты индивидуального прогрессивного дизайна можно также заложить требуемое пациенту расстояние для работы вблизи или на промежуточных расстояниях.

Такого рода дополнительные данные, также указываемые в ре-

цепте на изготовление индивидуальных очковых линз, позволяют рассчитать в режиме реального времени прогрессивный дизайн, в максимальной степени удовлетворяющий зрительные потребности пациента. Для изготовления индивидуальных прогрессивных линз в точном соответствии с рассчитанным дизайном используют **технологии FreeFrom** (или иногда ее называют цифровой обработкой поверхности, Digital Surfacing). Технология FreeForm позволяет изготавливать линзы с точностью 0,01 диоптрии (D), т.е. на порядок точнее, чем точность 0,125 D или 0,25 D очковых линз, изготовленных традиционным способом.

В последние годы ведущие мировые производители очковых линз стали применять FreeFrom технологию для изготовления однофокальных линз топ-класса. Эта технология позволяет не только учитывать при расчете оптического дизайна линз индивидуальные зрительные параметры пациента, но и обес-

печивает очень высокую точность изготовления линз по рассчитанному дизайну.

Преимущества FreeForm технологии для однофокальных линз

Оптические искажения, присущие однофокальным очковым линзам, (главным образом, астигматизм наклонных пучков) минимизируют использованием асферического дизайна для поверхности линзы. Асферические линзы индуцируют поверхностный астигматизм, который нейтрализует астигматизм наклонных пучков, присущий сферическим линзам; в результате поверхность асферической линзы оказывается более свободной от искажающих изображение aberrаций этого типа. Асферические линзы будут также более плоскими, легкими и



Генератор FreeForm линз Schneider

тонкими по сравнению с традиционными сферическими линзами той же оптической силы.

Однако полностью исключить поверхностный астигматизм (особенно для астигматических линз) в однофокальных линзах, изготовленных традиционным методом, в принципе нельзя, даже используя асферический дизайн. Это связано с ограниченностью набора применяемых на практи-

Компания

BBGR
Essilor
HOYA
Rodenstock
Seiko
Shamir
Zeiss

Примеры однофокальных FreeForm линз

Aspheo PdM
Varilux Ipseo New Edition
Nulux EP
Impressions Mono
Seiko A-Zone
Shamir Smart SV As Worn
Zeiss Single Vision Superb

ке базовых кривых и невозможностью с помощью единого асферического дизайна избавиться от аберраций, соответствующих одновременно сферическому и цилиндрическому компонентам. (Подробнее об этом вопросе читайте в статье «Оптика FreeForm однофокальных очковых линз», Д. Мейстер, «Вестник оптометрии», №5, 2012.)

Для максимальной нейтрализации астигматизма наклонных пучков асферический дизайн должен рассчитываться для каждой комбинации параметров Rx, и линза должна быть изготовлена точно в соответствии с этим дизайном, что как раз и позволяет сделать технология FreeForm. Максимальный эффект может быть достигнут при использовании асферического дизайна на обеих поверхностях линзы (так называемая двойная асферика). Причем дизайн задней поверхности, обрабатываемой по технологии FreeForm, в асферических линзах топ-уровня рассчитывается с учетом аберраций, индуцированных передней (готовой) асферической поверхностью.

Однако самые хорошие в теории асферические линзы на практике (т.е. будучи установленны-

ми в выбранную пациентом оправу) могут не обеспечить ожидаемую высокую остроту зрения, если их реальное положение относительно его глаз отличается от положения линз в пробной оправе или форопторе. (Отметим также, что асферический дизайн может оказаться неточным, если реальное положение линзы в оправе относительно глаз пациента сильно отличается от среднестатистического положения, используемого разработчиками дизайнов линз при проведении своих расчетов, поскольку все расчеты проводятся на основе некоторой математической модели системы глаз-линза с использованием в ней среднестатистических значений).

Таким образом, для производства FreeForm однофокальных линз, обеспечивающих максимально высокое качество зрения, необходимо, кроме Rx, измерить параметры, точно описывающие положение линз относительно глаз пациента в выбранной им оправе. И эти же параметры должны быть использованы при расчете асферического дизайна. Учет в расчете асферического дизайна дополнительных параметров, характеризующих индивидуаль-

ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

ные особенности зрения пациента (например, положения центра вращения глаз), также будет способствовать улучшению качества зрения в очках с асферическими FreeForm линзами.

Основными параметрами, описывающими положение линз в выбранной оправе относительно глаз, являются:

- вертексное расстояние
- пантоскопический угол
- угол изгиба плоскости оправы
- монокулярные значения PD.

Вертексное расстояние

Вертексное расстояние – это расстояние от вершины роговицы до задней поверхности линзы. Его измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости линзы. Для измерения вертексного расстояния компании-производители предлагают различные приспособления, хотя традиционная линейка по-прежнему остается в арсенале специалис-

та. Важность соответствия вертексного расстояния при исследовании рефракции с расстоянием, которое будет иметь пациент с выбранной им оправой, обусловлена тем фактом, что от значения этого параметра сильно зависит эффективная оптическая сила линзы. Причем ошибка эффективной оптической силы линзы будет тем значительней, чем больше оптическая сила и чем больше разница в вершинных расстояниях.

Зависимость эффективной оптической силы линзы (F_x) от изменения вертексного расстояния (x) можно оценить по формуле:

$$F_x = 1000(1000/F - x),$$

где F – оптическая сила линзы для использованного при исследовании рефракции вертексного расстояния, x – разница значений вертексного расстояния при исследовании рефракции и для выбранной оправы (мм).

Приближая положительную линзу к глазу, мы **уменьшаем** эффективную положительную силу линзы.

Приближая отрицательную линзу к глазу, мы **увеличиваем** эффективную отрицательную силу линзы.

Удаляя положительную линзу от глаза, мы **увеличиваем** эффективную положительную силу линзы.

Удаляя отрицательную линзу от глаза, мы **уменьшаем** эффективную отрицательную силу линзы.

Пантоскопический угол

Пантоскопический угол – это угол между оптической осью линзы и зрительной линией глаза при взгляде прямо вперед. Пантоскопический угол обычно измеряют как угол наклона плоскости оправы по отношению к вертикали, когда пациент смотрит прямо вперед. При этом пациент с выбранной оправой находится в естественном положении тела и головы, т.е. так, как он обычно держит голову и спину в расслабленном состоянии, когда смотрит прямо вперед: голова не должна быть поднята слишком высоко или опущена слишком низко.

Чтобы зрительная линия глаза при естественном положении головы пациента (немного наклоненном вперед) проходила через оптический центр линзы, обычную однофокальную линзу при установке в оправу смещают по известному правилу: на каждые 2 градуса пантоскопического угла вертикальное положение оптического центра линзы опускают на 1 мм. Однако для FreeForm однофокальных линз, дизайн которых был рассчитан с учетом пантоскопического угла выбранной пациентом оправы, этого делать не следует. Такие



линзы устанавливают по нанесенной на линзу разметке (аналогично установке прогрессивных линз).



Угол изгиба плоскости оправы

Угол изгиба плоскости оправы определяет, насколько сильно изогнута плоскость оправы. Этот изгиб особенно значителен для спортивных очков. Однако и для обычных достаточно сильно изогнутых очковых оправ при установке однофокальных линз следует учитывать этот угол (правило то же, что и для пантоскопического угла: на каждые 2 градуса децентрация линзы к носу на 1 мм). Однако, как и в случае пантоскопического угла, децентрирование линзы вызывает aberrации наклонных пучков. Учет в расчете асферического дизайна этого параметра позволяет устранить эти оптические искажения.

ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

Монокулярные значения PD

Точное вертикальное и горизонтальное центрирование линзы гарантирует отсутствие нежелательного призматического эффекта. Учет монокулярных значений PD пациента в расчете индивидуального асферического дизайна (наряду с другими параметрами индивидуализации) позволяет точнее описать положение линзы относительно глаз пациента и способствует уменьшению нежелательного астигматизма в FreeForm асферических линзах.

Верификация индивидуальных однофокальных линз

При изготовлении FreeForm индивидуальных однофокальных линз производители учитывают при расчете их дизайна не только рефракцию пациента, но и реальное положение линзы в выбранной оправе. Это может привести к перерасчету оптической силы линзы, и поэтому при проверке оптической силы FreeForm линзы с помощью линзметра его показания могут не соответствовать указанным в заказе на изготовление значениям. Некоторые производители в этих случаях дополнительно указывают



значения, которые должен показывать линзметр при проверке оптической силы линзы.

Заключение

Таким образом, технология FreeForm в сочетании с расчетом оптического дизайна с учетом дополнительных параметров, описывающих положение линз относительно глаз пациента, позволяет изготавливать однофокальные очковые линзы, которые обеспечивают пользователям максимально высокое качество зрения в очках. Индивидуальные FreeForm однофокальные линзы – это лучшие однофокальные линзы, которые сегодня могут предложить производители очковых линз. Однако в полной мере их высочайшее качество проявится только при тщательном проведении индивидуальных измерений на этапе подбора очков и при точной установке линз в выбранную пользователем оправу. Любой сбой в этом многоступенчатом процессе может свести “на нет” все преимущества FreeForm линз.