Мы печатаем очередную часть материалов из учебного пособия “Все об очках” компании Hoya. Пособие содержит разделы: Оптическая система глаза, Основы геометрической оптики, Оправы и др. Материалы из этого пособия, которые будут опубликованы в нашей новой рубрике “Факультет Hoya”, окажутся полезными как начинающим специалистам, только приступающим к работе с очковой оптикой, так и врачам, оптикам и оптометристам, уже имеющим определенный опыт работы, которым наши статьи помогут вспомнить основы оптики. Полагаем, эти материалы будут хорошим дополнением к уже опубликованным нами обучающим материалам. Материалы предоставлены фирмой “Компания Гранд Вижн”. Предыдущие части пособия были опубликованы в журнале “Вестник оптометрии” №1-7, 2009; №1-3, 2010.

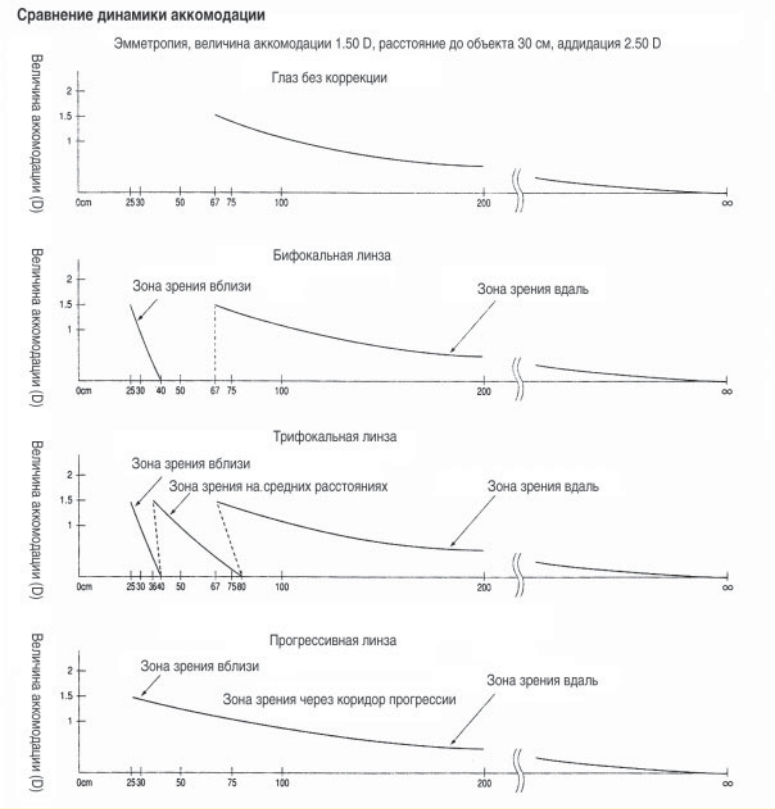
Все об очках

II. Основы оптики линз

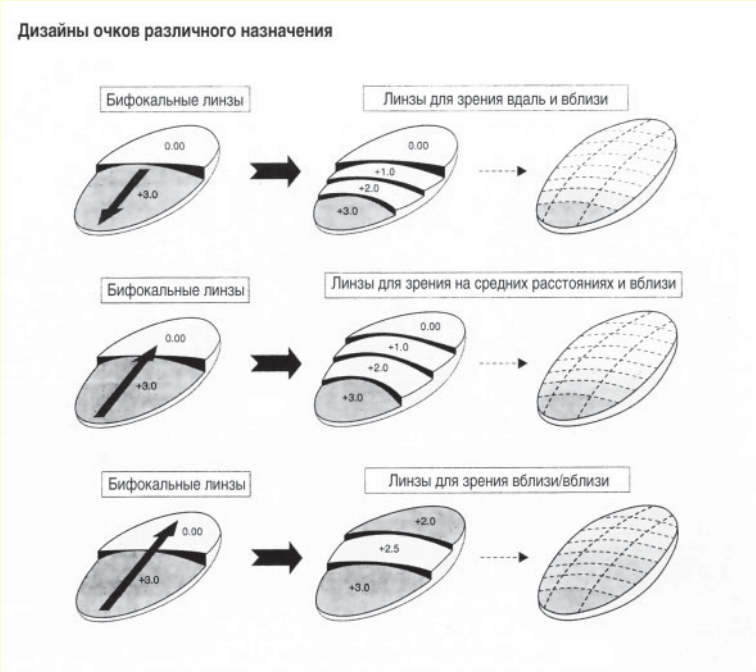
7. Классификация очковых линз по назначению

[4] Сравнение разных типов линз

(2) Сравнение динамики аккомодации



(3) Концепции дизайнов очков различного назначения



• **Линзы для зрения вдаль и вблизи:**

В нижней половине этих линз оптическая сила прогрессивно изменяется.

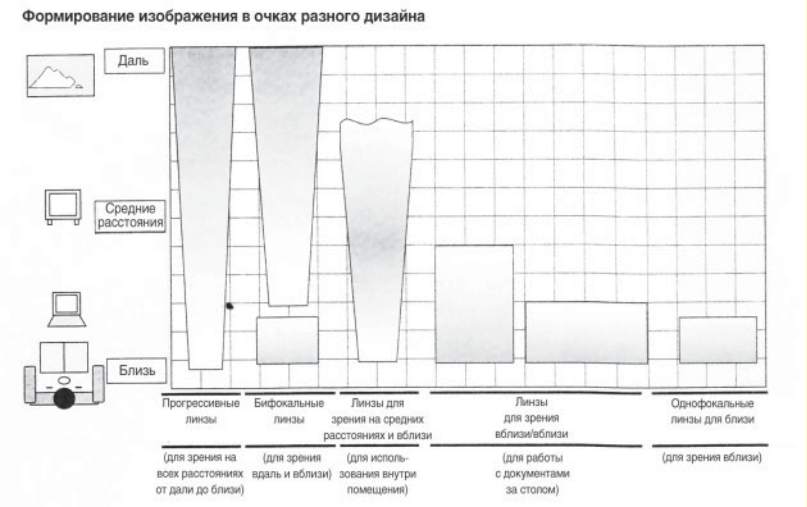
• **Линзы для зрения на средних расстояниях и вблизи:**

Зона прогрессивного изменения оптической силы у таких линз занимает больше половины линзы, поэтому зона прогрессии длиннее. Другими словами, центр таких линз используется для зрения на средних расстояниях, а фокусные точки соответствуют средним расстояниям и расстоянию для близи. Поэтому область четкого зрения широкая на средних расстояниях и вблизи. А также, поскольку зона прогрессии длинная, то эффект «плавающего изображения» и периферические искажения сведены к минимуму. Такие линзы используются для ношения внутри помещения.

• **Линзы для зрения вблизи/вблизи:**

Размер зоны зрения вблизи у этих линз еще больше, чем у линз для зрения на средних расстояниях и вблизи. По сравнению с однофокальными линзами для зрения вблизи эти линзы обеспечивают большую глубину четкого зрения и, как результат, такие линзы подходят как для работы с документами за столом, так и за компьютером. Несмотря на особенности расположения оптических зон, присущие таким линзам различных производителей, принципы используются одни и те же.

(4) Зрение через различные линзы



(5) Жалобы на прогрессивные линзы (для зрения вдаль и вблизи)

На рисунке представлены основные жалобы, которые поступают от пользователей прогрессивными линзами в сервис-центр компании HOYA.

В таблице представлены возможные причины жалоб клиентов на прогрессивные линзы и те параметры и условия, которые нужно изменить

Основные жалобы:

1) «Изображение «плывет» и заметны его искажения»

Этап работы	Параметр	Причины
1. Проверка остроты зрения	Аддидация	• Слишком большая величина аддидации увеличивает аберрации → сильнее эффект «плавающего изображения» и искажения • «Плавающий эффект» и искажения в поле зрения • Чем больше вертексное расстояние, тем сильнее отклоняется зрительная линия • При маленьких углах наклона оправы зоны зрения на средних расстояниях и вблизи находятся дальше от глаза • Дизайн линзы выбран без учета зрительных задач и особенностей рабочего места
2. Выбор оправы	Размер оправы	
3. Подгонка и выбор оправы	Вертексное расстояние	
4. Подгонка и выбор оправы	Угол наклона оправы	
5. Консультация и выбор дизайна линз	Тип линз	

2) «Объекты кажутся искаженными»

Этап работы	Параметр	Причины
1. Проверка остроты зрения	Аддидация	• Слишком большая величина аддидации увеличивает аберрации → сильнее эффект «плавающего изображения» и искажения • Уточнение правильной оптической силы (Sph, Cyl) • Зрительная линия проходит по неправильному пути • Правая и левая зрительные линии не проходят через зоны соответствующей оптической силы
2. Проверка остроты зрения	Оптическая сила линз для зрения вдаль	
3. Разметка и установка линз	Горизонтальная линия и положение центра зрачка	
4. Подгонка оправы	Наклон оправы вправо-влево и вертексное расстояние	

3) «Трудности при зрении вдаль»

Этап работы	Параметр	Причины
1. Проверка остроты зрения	Оптическая сила линз для зрения вдаль	• Неправильно определенная сила линз (особенно для зрения вдаль) / фория • Слишком большая величина аддидации приводит к аберрациям, которые ухудшают зрение вдаль • Зрительная линия для дали проходит через коридор прогрессии
2. Проверка остроты зрения	Аддидация	
3. Разметка и установка линз	Горизонтальная линия и положение центра зрачка	
4. Консультация и выбор дизайна линз	Тип линз	

4) «Трудности при зрении на средних расстояниях»

Этап работы	Параметр	Причины
1. Проверка остроты зрения	Аддидация	• Слишком большая величина аддидации сужает коридор прогрессии • Зрительная линия проходит не через коридор прогрессии • Горизонтальная линия наклонена или слишком низко расположена • Левая и правая зрительные линии не проходят через одну и ту же зону
2. Измерение межзрачкового расстояния (PD)	PD	
3. Разметка и установка линз	Горизонтальная линия и положение центра зрачка	
4. Подгонка оправы	Деформация оправы	

5) «Трудности при зрении вблизи»

Этап работы	Параметр	Причины
1. Проверка остроты зрения	Аддидация	• Слишком большая величина аддидации сужает коридор прогрессии • Недостаточность конвергенции • Не выявленная экзофория является одной из причин назначения избыточной аддидации • Зона зрения вблизи не достигается из-за слишком низкого или смещенного положения • Слишком маленькое вертексное расстояние приводит к тому, что зрительная линия проходит через коридор прогрессии, не достигая зоны зрения вблизи • Не привык изменять направление зрительной линии (особенно, если раньше он носил бифокальные линзы) • Тип линз не соответствует образу жизни (типичным зрительным задачам)
2. Тест на косоглазие	Зрительная линия вблизи	
3. Разметка и установка линз	Горизонтальная линия и положение центра зрачка	
4. Подгонка оправы	Вертексное расстояние и угол наклона оправы	
5. Объяснение и достижение зоны для близи	Использование зоны пользователем	
6. Консультация и выбор дизайна линз	Тип линз	

9. Классификация покрытий, наносимых на линзы

[1] Просветляющее покрытие

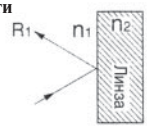
(1) Принцип действия просветляющего покрытия и эффект от его применения

Световые лучи, прошедшие в прямом направлении через воздух, в линзе одновременно и преломляются, и отражаются. Если у линзы нет просветляющего покрытия, то лучи, отраженные от поверхностей линзы, вызывают двоение

изображений (так называемые ложные изображения) и мерцания, которые препятствуют получению четкого зрения через линзы. Кроме того, отраженные от поверхности линзы лучи мешают видеть глаза пользователя очками, что ухудшает внешний вид.

Отражение световых лучей от поверхности линзы без покрытия

$$R_1 (\%) = (n_2 - n_1 / n_2 + n_1)^2 \times 100$$



n_1 : Показатель преломления воздуха ($n_1 = 1$)

n_2 : Показатель преломления линзы

• Показатель преломления определяется для луча, падающего перпендикулярно поверхности, на рисунке для наглядности показан луч, падающий под углом

Если показатель преломления линзы равен 1,5, то от поверхности линзы отражается около 4% падающего на нее света, а от обеих поверхностей отражение составит около 8%. Лучи, отраженные от поверхностей линзы, образуют ложные изображения и мерцания (рис.1). Просветляющие покрытия были разработаны для того, чтобы уменьшить отражение от поверхностей линзы. Устранение ложных изображений и мерцаний увеличивает светопропускание линзы, а также позволяет хорошо видеть глаза пользователя очками, что производит лучшее впечатление.

Просветляющее покрытие

Рис.1. Без просветляющего покрытия

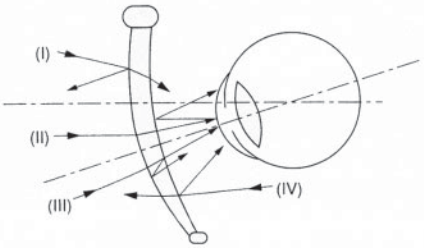
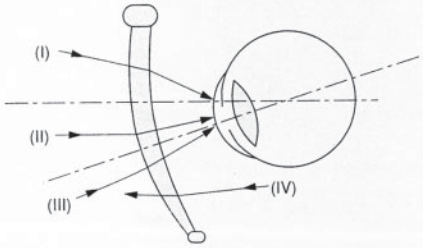


Рис.2. С просветляющим покрытием

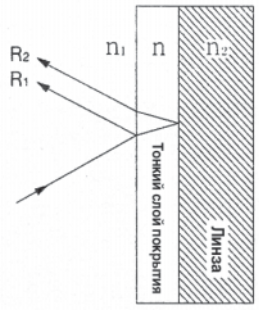


(I) Отражение от поверхности (II) Ложные изображения (отражения от роговицы)
(III) Ложные изображения (IV) Отражение от задней поверхности

Механизм действия просветляющего покрытия основан на эффекте интерференции световых волн (рис.3 и 4). В случае, когда покрытие с показателем преломления n, имеет толщину, равную 1/4 длины волны падающего света, l, световые волны, прошедшие через покрытие и достигшие плоскости линзы, имеющей показатель преломления n_2, и отразившиеся от плоскости А и затем от плоскости В, интерферируют. В результате интерференции эти отраженные световые волны гасят друг друга, и отражение будет равно нулю. Раньше часто использовали однослойные просветляющие покрытия (особенно для минеральных линз). В последние годы применяют многослойные покрытия, которые позволяют добиться очень низких уровней отражения света, обеспечивая высокое качество зрения, сравнимое со зрением без линз.

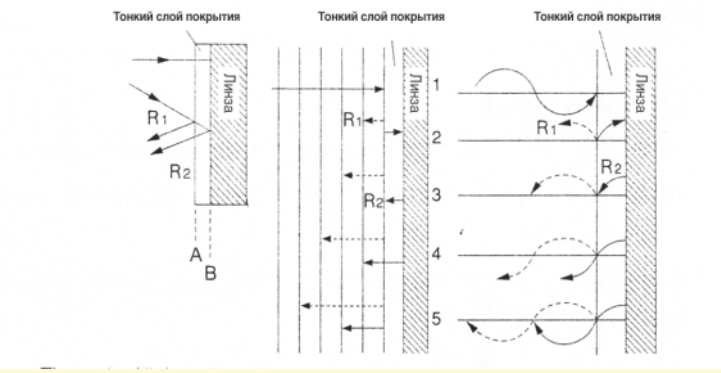
- Однослойное покрытие: Однослойное покрытие наносится методом вакуумного напыления
- Многослойное покрытие: Покрытие состоит из нескольких слоев с разными показателями преломления

Рис.3. Принцип действия просветляющего покрытия I



n1= Показатель преломления воздуха
n = Показатель преломления тонкого слоя покрытия
n2= Показатель преломления линзы
R1 = Свет, отраженный от передней поверхности тонкого слоя покрытия
R2 = Свет, отраженный от задней поверхности тонкого слоя покрытия

Рис.4. Принцип действия просветляющего покрытия II



Разность хода световой волны, отраженной от передней поверхности тонкого слоя покрытия, и световой волны, отраженной от задней поверхности тонкого слоя покрытия, составляет двойную толщину тонкого слоя покрытия.
R_1 = Свет, отраженный от передней поверхности тонкого слоя покрытия (-------→)
R_2 = Свет, отраженный от задней поверхности тонкого слоя покрытия (передней поверхности линзы)(⟶)
R_1 и R_2 интерферируют и взаимно уничтожают друг друга

Зрительное светопропускание и спектральное светопропускание

Зрительное светопропускание представляет собой светопропускание каждой длины волны (спектральное светопропускание) с учетом чувствительности глаза к свету в диапазоне видимого света (380-780 нм).

Спектральное светопропускание представляет собой пропускание видимого света, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей для каждой длины волны.

(2) Методы нанесения просветляющего покрытия

Просветляющее покрытие наносят на линзы методом вакуумного напыления. В вакуумной камере материал, используемый для покрытия, испаряется под действием сверхвысоких температур, и покрывает поверхность линзы тонким слоем. Линза также нагревается для обеспечения лучшей адгезии с покрытием и высокой прочности покрытия. В процессе вакуумного напыления линза постоянно вращается для равномерного нанесения покрытия.

[2] Упрочняющее покрытие

Для защиты полимерных линз от образования царапин на поверхность линзы наносится упрочняющее покрытие. Упрочняющие покрытия, которые наносятся путем погружения полимерной линзы в специальный силиконовый раствор, затем подвергаются нагреву в электропечи.

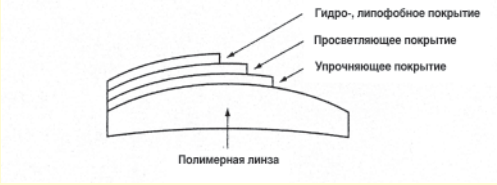
[3] Гидро-, липофобное покрытие

Обычно капли воды при высыхании оставляют видимые следы на линзах. Водо-, жироотталкивающее покрытие препятствует образованию таких следов и облегчает очистку линзы от следов пальцев и выделяемого кожей жира.

[4] Зеркальное покрытие

Для того, чтобы сделать линзы более привлекательными, на полимерные линзы наносят металлизированное покрытие с высоким показателем преломления. Такое покрытие отражает много света и называется зеркальным. Зеркальные покрытия состоят из нескольких слоев металлов и оксидов тяжелых металлов. Слой из оксидов тяжелых металлов служит для защиты металлического слоя. Для упрочнения зеркального покрытия применяется специальный технологический процесс.

[5] Цветное покрытие

Нанесение цветного покрытия является одним из способов окрашивания минеральных линз. Цветные покрытия получают из смеси металлов и оксидов металлов, которые наносятся на поверхность линзы в вакуумной камере тем же способом, что применяется для получения просветляющего покрытия. Линзы большой оптической силы с цветным покрытием имеют одинаковый цвет в центре и на периферии в отличие от линз, изготовленных из окрашенного в массе материала.

Строение многослойного покрытия