ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 1. ТЕМА 1.1. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

Основные свойства и характеристики очковых линз

Очковая линза как элемент оптической системы характеризуется комплексом физико-оптических параметров, определяющих её функциональность и эксплуатационные качества. Ключевым параметром является оптическая сила (рефракция), выражаемая в диоптриях (D) и обусловленная кривизной поверхностей и показателем преломления материала. Показатель преломления (n) варьирует в диапазоне от 1,49 до 1,74 и выше для высокоиндексных материалов: его рост позволяет уменьшить толщину линзы при сохранении оптической силы, однако сопряжён с увеличением коэффициента дисперсии (числа Аббе), что потенциально усиливает хроматические аберрации.

Важнейшими характеристиками выступают:

- **Число Аббе (V-number)** — количественная мера дисперсии материала; значения ниже 30 ассоциируются с заметным хроматизмом на периферии поля зрения.
- **Удельный вес (плотность)** — критичен для комфорта ношения; полимерные материалы (1,1–1,3 г/см³) существенно легче минерального стекла (2,5–4,0 г/см³).
- **Механическая прочность и ударопрочность** — определяют безопасность применения; поликарбонат и трайвекс демонстрируют высокую стойкость к ударным нагрузкам, что соответствует требованиям к защитным и детским очкам.
- **Коэффициент пропускания света** — для бесцветных линз должен составлять не менее 90 %; наличие просветляющих покрытий повышает этот показатель до 98–99 %.
- **УФ-защита** — современные материалы (особенно полимеры) обеспечивают естественное блокирование УФ-В и части УФ-А; для полной защиты (до 400 нм) применяются специальные добавки или покрытия.

Согласно действующим нормативам (ГОСТ 30808-2002/ГОСТ Р 51044-97. Межгосударственный стандарт. Линзы очковые. Общие технические условия."(введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29.05.2003 N 171-ст)), регламентируются допуски на рефракцию, астигматизм, призматическое действие, центрирование и качество поверхности. Контроль этих параметров осуществляется с помощью диоптриметров, коллиматоров и интерферометров.

Классификация очковых линз

Классификация очковых линз осуществляется по ряду независимых критериев, позволяющих систематизировать ассортимент для клинического и производственного применения.

По оптическому действию:

- Однофокальные — с единой оптической зоной коррекции.
- Многофокальные: бифокальные, трифокальные и прогрессивные (с плавным изменением рефракции по вертикали).
- Призматические — для коррекции гетерофорий и косоглазия.
- Афокальные (нулевой рефракции) — солнцезащитные, защитные, косметические.

По материалу:

- Минеральные (неорганическое оптическое стекло) — высокая абразивостойкость, стабильность параметров, но значительный вес и низкая ударопрочность.
- Полимерные (органические) — включают CR-39, поликарбонат, трайвекс, высокоиндексные пластики; отличаются лёгкостью, ударопрочностью и технологичностью.

По конструкции:

- Сферические — обе поверхности имеют постоянную кривизну.
- Асферические и аторические — сложная геометрия поверхностей, снижающая аберрации и улучшающая качество изображения на периферии.
- Лентикулярные — рабочая зона ограничена центральной частью, окружённой «носителем» минимальной толщины.

По функциональному назначению:

- Корригирующие — для компенсации аметропий.
- Защитные — от механических, химических, радиационных факторов.
- Специальные — фотохромные, поляризационные, компьютерные, спортивные.

По дизайну поверхности:

- Стандартные — рассчитанные по усреднённым параметрам.
- Индивидуальные — с учётом параметров посадки оправы, вертексного расстояния, пантоскопического угла и монокулярного центрирования.

Технология изготовления очковых линз из минерального стекла

Производство минеральных очковых линз базируется на технологиях высокоточного формования и обработки неорганического стекла. Исходным материалом служат заготовки из оптического бесцветного стекла, соответствующие

Технологический цикл включает следующие этапы:

1. **Формование заготовки** — методом прессования или спекания получают полуфабрикат с приблизительной кривизной поверхностей.
2. **Шлифование** — на шлифовальных станках с алмазным инструментом формируют заданные радиусы кривизны; контроль осуществляется с помощью радиусметров и интерференционных методов.
3. **Полирование** — удаление микронеровностей для достижения оптической чистоты поверхности.
4. **Центрирование** — совмещение оптического центра линзы с геометрическим центром заготовки для исключения нежелательного призматического эффекта.
5. **Контроль параметров** — измерение рефракции, астигматизма, призмы, толщины и качества поверхности согласно ГОСТ 30808-2002/ГОСТ Р 51044-97. Межгосударственный стандарт. Линзы очковые. Общие технические условия."(введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29.05.2003 N 171-ст).
6. **Нанесение покрытий** (при необходимости) — вакуумное напыление просветляющих, упрочняющих или защитных слоёв.

Ключевыми преимуществами минеральных линз являются высокая абразивостойкость и долговременная стабильность оптических параметров. К недостаткам относят значительный вес и хрупкость, ограничивающие применение в детской и спортивной оптике.

Технология изготовления очковых линз из полимерного стекла

Полимерные очковые линзы производятся преимущественно методами литья в формы или токарной обработки, что обеспечивает высокую воспроизводимость параметров при меньших энергозатратах.

Основные технологические подходы:

- **Литьё под давлением** — для массового производства стандартных линз из CR-39 и высокоиндексных мономеров. Заливка жидкого мономера между

полусферическими формами с последующей полимеризацией (термической или УФ-облучением) позволяет получить линзы с высокой точностью рефракции.

• **Точение и полировка** — применяется для индивидуальных и высокодиоптрийных линз; заготовки из поликарбоната или трайвекса обрабатываются на CNC-станках с последующим полированием.

• **Инжекционное литьё** — для производства линз сложной геометрии (прогрессивные, офисные).

Этапы технологического процесса:

1. Подготовка форм и дозирование мономера.
2. Полимеризация в контролируемых условиях (температура, УФ-спектр).
3. Извлечение и контроль геометрии.
4. Шлифование и полировка краёв (фацетирование).
5. Нанесение функциональных покрытий.
6. Финальный контроль оптических и механических параметров.

Полимерные линзы отличаются меньшим весом, высокой ударопрочностью и возможностью интеграции сложных оптических дизайнов. Современные высокоиндексные полимеры (n = 1,67–1,74) позволяют изготавливать тонкие линзы для высоких степеней аметропии, хотя требуют более тщательного подбора покрытий для компенсации повышенной дисперсии.

Назначение и виды оптических покрытий

Оптические покрытия существенно расширяют функциональные возможности очковых линз, улучшая визуальное восприятие и долговечность изделия.

Основные типы покрытий и их функции:

• **Просветляющие (антибликовые)** — снижают отражение света на границах раздела сред, повышая светопропускание до 98–99 % и уменьшая зрительное утомление. Многослойные покрытия оптимизированы для видимого спектра и часто включают гидрофобный и олеофобный слои.

• **Упрочняющие** — защищают полимерные линзы от царапин; наносятся методом окунания или вакуумного напыления.

• **Гидрофобные и олеофобные** — обеспечивают лёгкую очистку поверхности от воды, жира и пыли.

• **УФ-защитные** — блокируют излучение в диапазоне 280–400 нм; в полимерах часто интегрированы в объём материала, в стекле — наносятся как покрытие.

• **Поляризационные** — устраняют блики от отражающих поверхностей (вода, асфальт); реализуются в виде ламинированных плёнок или объёмных поляризаторов.

• **Фотохромные** — изменяют светопропускание в зависимости от интенсивности УФ-излучения; активные молекулы внедряются в материал или наносятся как покрытие.

• **Зеркальные и декоративные** — создают эстетический эффект и дополнительную защиту от яркого света.

Современные мультипокрытия объединяют несколько функций в едином технологическом цикле, обеспечивая комплексную защиту и комфорт. Контроль качества покрытий осуществляется методами спектрофотометрии, испытаний на адгезию и износостойкость.

Производители и поставщики очковых линз

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Рынок очковых линз представлен как международными, так и отечественными производителями, предлагающими продукцию различного ценового сегмента и технологической сложности.

Ведущие мировые производители:

- EssilorLuxottica — широкий ассортимент линз, включая прогрессивные дизайны Varilux и покрытия Crizal.
- Zeiss Vision Care — инновационные индивидуальные линзы и высокоточные покрытия.
- Hoya Vision Care — специализированные линзы для цифрового зрения и фотохромные технологии.
- Rodenstock — индивидуальные линзы с учётом параметров посадки оправы.

Российские производители и поставщики:

- «Оптик-Центр», «Очки.ру» и другие дистрибьюторы обеспечивают поставки линз ведущих брендов, а также предлагают собственные линейки стандартных линз.
- Отечественные оптические заводы производят минеральные линзы и полуфабрикаты, соответствующие требованиям ГОСТ.

Выбор поставщика определяется требованиями к точности, срокам поставки, наличию индивидуальных дизайнов и совместимости с оборудованием оптической мастерской. Важным критерием является наличие сертификатов соответствия и протоколов испытаний, подтверждающих соответствие продукции действующим стандартам.