ЧПОУ «СККИТ»

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

От оптического материала до готовой линзы в оправе: разберём материалы, методы формовки, обработку, покрытия и контроль качества.

МАТЕРИАЛЫ И ФУНКЦИИ

ЧТО ДЕЛАЕТ ОЧКОВАЯ ЛИНЗА И ИЗ ЧЕГО ЕЁ ДЕЛАЮТ

Параметр	Минеральное стекло	CR-39	Поликарбонат	Тривекс / полиуретан
Показатель преломления n	≈1,52	1,498	1,586	1,60–1,74
Число Аббе	≈58	58	≈30	≈41–45
Плотность	≈2,5 г/см³	≈1,32 г/см³	≈1,20 г/см³	≈1,11 г/см³
Стойкость к удару	низкая	средняя	очень высокая	высокая
Доля рынка	сокращается	до 70% рынка	растёт	растёт

Функции линзы: коррекция аметропий, защита глаз и комфорт зрения — материал подбирают под эти задачи.

Источники: Wikipedia (CR-39, число Аббе); saroptic.ru; optictrend.ru, 2026

СТЕКЛО

Минеральные линзы: точность и вес

— Показатель преломления до 1,9 — тонкая линза при больших диоптриях

— Тяжёлые: при высоких диоптриях заметно давят на нос

— Хрупкие: риск сколов и травм, нужна осторожность

— Дороже и дольше в обработке, сроки заказа больше

ПОЛИМЕРЫ

Стандарт массовой оптики

+ Полимеры до 1,74 — хватает почти для любого рецепта, а масса вдвое ниже

+ Лёгкие: CR-39, поликарбонат и тривекс снижают нагрузку

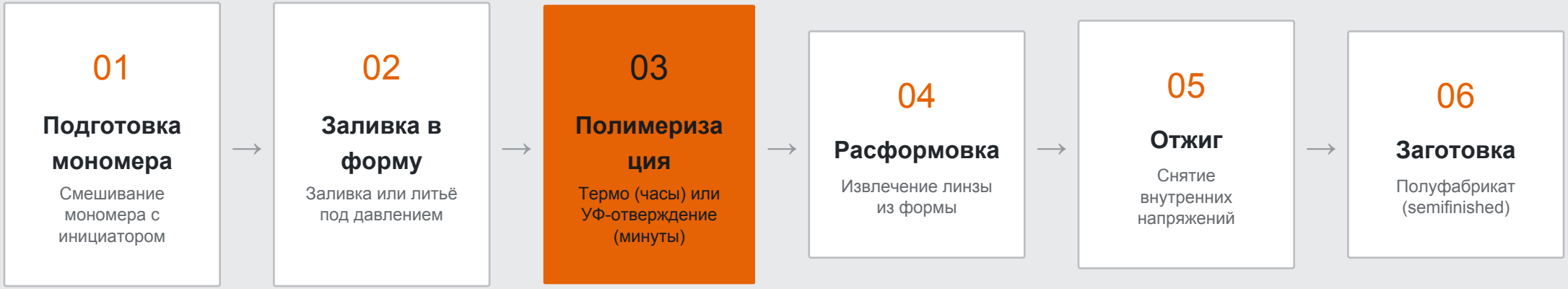
+ Ударопрочные: поликарбонат и тривекс — для детей и спорта

+ Дешевле и быстрее: литьё и FreeForm ускоряют выпуск заказов

Источник: обзор технологий производства очковых линз, 2026

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТОК

ОТ МОНОМЕРА ДО ЗАГОТОВКИ: КАК РОЖДАЕТСЯ ОЧКОВАЯ ЛИНЗА



МЕТОДЫ ФОРМОВКИ

ТРИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМОВКИ ЛИНЗ: ЛИТЬЁ, ПРЕССОВАНИЕ, 3D-ПЕЧАТЬ

01

Литьё мономера в формы

Жидкий мономер заливают между двумя стеклянными формами и полимеризуют до 22 часов. Получается полуфабрикат-заготовка, которую затем шлифуют под рецепт.

02

Литьё под давлением

Расплав полимера впрыскивается в металлическую форму — быстро и дёшево в массовом тираже. Высокая ударопрочность, но ограниченный набор рецептур.

03

3D-печать фотополимером

UV-отверждаемая смола послойно формируется в готовую линзу. Технология Azul 3D (HARP) печатает непрерывно, без слоёв, единой полимерной сетью.

04

Что меняет аддитив

Печать под рецепт убирает шлифовку, при которой теряется до 90% материала, и позволяет отказаться от складов заготовок и глобальной логистики.

Источник: C&EN, июль 2026; Azul 3D

МЕХАНООБРАБОТКА ЛИНЗЫ

ГЕНЕРАЦИЯ, ШЛИФОВКА И ПОЛИРОВКА ПОВЕРХНОСТИ

01

Генерация кривизны

Алмазный резец задаёт сферу и радиус

→

02

Тонкая шлифовка

Абразивы снимают следы резца

→

03

Полировка

Доводка до оптической чистоты

→

04

Контроль радиуса

Замер кривизны и допуска в микронах

→

05

Передача на покрытия

Чистая поверхность идёт в вакуумную камеру

КАК УСТРОЕНО

FREEFORM: ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Параметры глаза
рецепт и посадка

Параметры оправы
форма и наклон

Индивидуальный дизайн
700 параметров

FreeForm
расчёт · переменная кривизна · поточечная оптимизация

До 40 000 точек на поверхность · ZEISS ClearView и Z-Design

Источник: ZEISS Vision Care, 2026

ПОКРЫТИЯ

ПРОСВЕТЛЯЮЩИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ: ДО 10–12 СЛОЁВ

Упрочняющий (hard coat)

Защищает пластик от царапин и микротрещин при ежедневной носке и чистке.

Просветляющий AR (многослойный)

Гасит отражения от поверхности линзы, повышает светопропускание и контраст зрения.

Гидрофобный

Отталкивает воду: капли скатываются, линза быстрее очищается и меньше запотевает.

Олеофобный

Отталкивает жир и отпечатки — следы от пальцев и кожного сала удаляются легче.

Антистатический

Снижает накопление статики, к линзе меньше липнет пыль и мелкий мусор.

Защита от синего света

Фильтрует часть коротковолнового синего спектра от экранов и LED-освещения.

КАЧЕСТВО

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

0,8%

Доля брака по финальному контролю

5

Точек контроля на потоке

- Диоптриметр: оптическая сила и положение центра
- Толщина и геометрия: профиль, база, центр и край
- Удар FDA drop ball: шарик 16 г с высоты 127 см
- Адгезия покрытий и дефектоскопия поверхности

ПРОЦЕСС

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ПОД ОПРАВУ

1

Разметка оптического центра

Определяем положение оптического центра и межзрачкового расстояния — от этого зависит комфорт ношения и отсутствие призматического эффекта.

2

Обрезка по шаблону оправы

Линза обрезается по шаблону или по данным сканирования ободка оправы с учётом формы и толщины кромки.

3

Фацетирование кромки

Кромке придаётся фацет — профиль под паз оправы; для безободковых моделей сверлятся отверстия и полируется торец.

4

Установка и юстировка

Линза садится в оправу, проверяются посадка, наклон и симметрия; финальная юстировка по лицу клиента.

РЫНОК ОЧКОВЫХ ЛИНЗ · 2026

РЫНОК ОЧКОВЫХ ЛИНЗ: ЦИФРЫ И ТРЕНДЫ 2026

ZEISS

Мировой лидер премиум-оптики

FreeForm: расчёт поверхности до 40 000 точек

Essilor

Крупнейший производитель линз

Вместе с Hoya и Rodenstock формируют ядро рынка

3D-печать

Главный технологический тренд 2026

UV-полимеры вместо литья и шлифовки

Тренды 2026: smart-технологии, устойчивое производство, автоматизация лабораторий, телемедицина зрения

Источник: ZEISS Vision Care; Chemical & Engineering News, 2026

БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ: КУДА ИДЁТ ПРОИЗВОДСТВО ЛИНЗ

01

Полностью автоматизированные лаборатории

Роботизированные линии снимают человеческий фактор: блокировка, генерация и полировка идут в едином цифровом потоке. Это сокращает цикл изготовления и стабилизирует качество от партии к партии.

02

Цифровой двойник линзы

Поверхность рассчитывается по тысячам точек, а виртуальная модель предсказывает оптику до изготовления. Так подбирают дизайн под посадку оправы и индивидуальные параметры зрения.

03

Печать индивидуальных линз на месте

Аддитивные технологии и UV-отверждаемые фотополимеры позволяют печатать линзу прямо в оптике. Это убирает логистику и открывает путь к полностью индивидуальным решениям.

04

AI-подбор дизайна

Алгоритмы анализируют рецепт, привычки и данные о ношении и предлагают оптимальный дизайн. Пациент получает точнее подобранные очки, а оптика — меньше возвратов и переделок.

Что это меняет: короче сроки, ниже себестоимость, выше точность и персонализация.

ФИНАЛ

Спасибо!

Полимеры доминируют, FreeForm задаёт стандарт индивидуальной оптики, покрытия формируют свойства, контроль критичен, 3D-печать — следующий шаг.