Технология изготовления оптических деталей имеет давнюю историю. Простейшие оптические детали в виде линз (украшения, пуговицы и даже «зажигательные» лупы) были известны ещё в глубокой древности. Вначале они изготавливались из естественных кристаллов-минералов (горный хрусталь, тёмно-зелёный турмалин и тёмно-синий топаз), а затем и из силикатного стекла, процесс получения которого из кварцевого песка был открыт 3–4 тысячи лет назад. Стекло это было малопрозрачным с большим количеством дефектов. В качестве инструментов для обработки в то время применяли самые простые орудия – естественные камни, имеющие подходящие плоскую, вогнутую или выпуклую формы. При шлифовании пользовались песком различной крупности.

Изобретение очковых линз относят к концу 8 века. В это время в северных областях Италии был открыт секрет получения прозрачного стекла. В 1280 году слава о венецианских зеркалах распространилась по всем близлежащим странам. Этот год можно считать годом изобретения очков.

В 1300 году Венецианский государственный совет издал постановление, запрещающее использовать для изготовления очков стекло плохого сорта.

Научными предшественниками изобретения очковых линз были египетский учёный Ибн Аль Хайсама (965–1039), впервые изучивший оптику глаза и познавший увеличительное действие шарового сегмента, и английский учёный Роджер Бэкон (1214–1294). Вначале для чтения пользовались одной линзой, которая была либо плосковыпуклой, либо двояковыпуклой, т.е. положительной и предназначалась для коррекции дальнозоркости. Только через 150 лет после изобретения положительных очковых линз появились отрицательные линзы (имеющие вогнутые поверхности), предназначенные для коррекции близорукости. Оправа служила для предохранения стекла от скалывания и изготовлялась из дерева. Затем был сделан первый шаг по созданию прототипов современных очковых оправ: ручки оправ соединили заклёпкой, а позднее штифтом, что обеспечивало возможность закрепления очков на носу. Идея привязать верёвочку за ободки оправы и закрепить её за ушами возникла в 16 веке. К этому времени оправы изготовлялись не только из дерева, но и из железа, кожи, рога и китового уса. Появления заушников вызвало необходимость при изготовлении очковых оправ применять жёсткое соединение двух ободков, то есть у оправы появился мостик.

Усложнение оптических систем и повышение требований к точности изготовления оптических деталей способствовали совершенствованию методов обработки стекла, а именно к концу 16 века ручная работа заменилась в основном станочной.

В «Диалектике природы» Ф. Энгельс пишет: «Когда после тёмной ночи средневековья вдруг вновь возрождаются с неожиданной силой науки, начинающие развиваться с чудесной быстротой, то этим чудом мы опять-таки обязаны производству». И в первую очередь он среди других факторов называет очки, которые «…доставили не только огромный материал для наблюдения, но также и совершенно иначе, чем раньше, средства для экспериментирования и позволили сконструировать новые инструменты». Этими инструментами стали зрительная труба (1609), а несколько позже микроскоп. История их изобретения связана с великими именами Галилея, Кеплера и Левенгука.

В России очки появились в конце 16 века, правда, документальное подтверждение этому относится к 1639 году. К концу 17 века очки в России получили широкое распространение. В 80–90-х годах 17 столетия русские купцы продавали их даже в Сибирь и Китай.

В развитии оптики и производства стекла в России большая заслуга принадлежит Петру Первому. При его дворе была организована оптическая мастерская и построено много стекольных заводов. В 1726 году при Российской Академии наук были открыты оптические мастерские, которые долгое время оставались центром оптического производства. Последователем М.В. Ломоносова в области обработки стекла был талантливый техник-изобретатель И.П. Кулибин, который обновил оборудование оптических мастерских и значительно улучшил технологию обработки стекла. Однако достижения русских учёных не получили дальнейшего применения, так как оптическое стекло в стране не производилось, а необходимые приборы ввозились из-за границы.

После изобретения положительных и отрицательных очковых линз крупным шагом в истории развития их является изобретение бифокальных (двухфокусных) линз. Соединил половинки двух линз различных рефракций в одну оправу американский учёный Б. Франклин (1784 год). В 1837 году Уэллсом и Гульдом были изготовлены бифокальные линзы путёмнаклейки добавочной линзы на основную. В 1908 году Борш предложил впекать в основную линзу добавочную, что дало возможность получать бифокальные линзы с невидимой линией раздела.

В 1910 году Коннор изобрёл трифокальные линзы, а в 1959–1960 годах во Франции и ГДР были предложены линзы с плавно меняющейся рефракцией. Тем самым были созданы лучшие условия коррекции старческого зрения.

Кроме дальнозоркости и близорукости, значительное применение имеет астигматизм глаза. Астигматизм был обнаружен и впервые исследован в 1801 году английским врачом и естествоиспытателем Т. Юнгом. В 1827 году астроном Айри нашёл, что астигматизм глаза можно корригировать цилиндрическими линзами.

В 19 веке очковые оправы претерпели серьёзные изменения: появились соединительные мостики различной конфигурации, овальная форма ободков, очки-пенсне, носовые упоры. В 70-х годах стал известен новый полупрозрачный пластиковый материал – целлулоид, который сразу же нашёл широкое применение в производстве очковых оправ. Вначале им покрывали заушники, ободки, носовые упоры металлических оправ, а затем целлулоид стал полностью использоваться для изготовления этих деталей.

В 1905 году по инициативе знаменитого русского кораблестроителя А.Н. Крылова, профессора А.Л. Гершуна и конструктора оптических прицелов Я.Н. Перепёлкина была организована оптическая мастерская при Обуховском заводе в Петербурге, которая сыграла значительную роль в истории отечественного приборостроения, явившись первым русским оптико-механическим предприятием заводского типа и школой оптического производства. В годы Первой Мировой войны число оптических заводов несколько увеличилось, но все они зависели от привозного оптического стекла и основного станочного оборудования.

20 век характеризуется значительным совершенствованием очков. Вместо двояковыпуклых и двояковогнутых линз, так называемых линз «Би-формы», были рассчитаны выпукло-вогнутые (менисковые), анастигматические линзы высокой точности – Чернинг, Оствальд, Воллостон, фон Рор. Выпукло-вогнутые очковые линзы впервые были выпущены в 1909 году фирмой К. Цейс. В начале 30-х годов этой же фирмой были изготовлены катральные очковые линзы с асферической поверхностью.

После революции созданный Государственный оптический институт (ныне имени С.И. Вавилова) положил начало организации отечественной оптико-механической промышленности, за короткий промежуток времени достигшей огромных успехов не только по варке оптического стекла, но и по методам его обработки. К концу первой пятилетки Советский Союз полностью отказался от ввоза оптических приборов в основном станочного оборудования.

Следующим крупным шагом в истории развития средств коррекции зрения было осуществление фирмой К. Цейс по расчетам Хейне в 1929 году массового выпуска линз, надевающихся непосредственно на глазное яблоко, так называемых контактных линз. Вначале они изготовлялись из силикатного стекла, а 1937 году Дьерффи и Файнблюм предложили изготовлять контактные линзы из прозрачной пластмассы (органического стекла). В 1949 году. Появились роговичные контактные линзы малого диаметра, которые в настоящее время получили наибольшее распространение.

В конце 50-х годов в ЧССР академиком О. Вихтерле были разработаны мягкие гидроколлоидные контактные линзы. Эти линзы удобны при длительном ношении, но имеют ряд недостатков: отсутствие постоянства формы, необходимость хранения в специальном водном растворе.

С 50-х годов нашего столетия всё больше начинают применять оправы с ободками, по форме близкими к прямоугольной. Получили распространение и комбинированные очковые оправы, часть деталей которых сделана из пластмассы, а часть из металла.

Форма очковых оправ, особенно в последнее время, изменяется довольно часто, так как её увязывают с тенденцией моды. Если с 1920 по 1950 год во всём мире было изготовлено всего лишь 200 новых моделей, то в настоящее время вдвое большее количество новых моделей изготавливается каждый год.

До 1940 года в СССР было фактически одно предприятие, выпускающее очковые линзы – Витебская фабрика очковой оптики. Она производила ежегодно 5 млн. линз и 2,5 млн. оправ. Последние были металлические или в целлулоидной оплётке.

После 1940 и до 50-х годов производство изделий очковой оптики увеличилось по сравнению с прежним уровнем в 3 раза. Начали выпускать полностью пластмассовые или целлулоидные оправы. Научно-техническая революция потребовала значительного увеличения производства очковой оптики. Это связано с серьёзными изменениями условий зрительной деятельности человека, неуклонным ростом культурного уровня населения, что привело к значительному увеличению потребности в корригирующих очках и изменению требований к ним. В нашей стране, как и в других странах развитых в техническом отношении, более 1/3 населения нуждается в коррекции зрения. Уже 20 лет назад отечественная промышленность выпускала более 70 млн. очковых линз и 20 млн. оправ. В настоящее время – ещё больше.

Трудами советских учёных существенно развиты теории шлифования и полирования оптического стекла, разработаны и внедрены в производство полуавтоматические станки для изготовления оптических деталей, значительно расширен объём работ с применением высокоэффективного алмазного инструмента, а с середины 60-ых годов и инструмента с синтетическим алмазом. Советская оптико-механическая промышленность являлась одной из ведущих в мире. Она производила все без исключения виды современных на то время оптических деталей и приборов.

Исследования по обработке оптического стекла велись главным образом в Государственном оптическом институте имени С.И. Вавилова. Среди ведущих Советских специалистов, внесших значительный вклад в развитие отечественной оптико-механической промышленности, в первую очередь можно назвать И.Е. Александрова, Н.Н. Качалова, И.И. Китайгородского, А.Л. Ардамацкого, В.Н. Бакуля, К.Г. Куманина, Т.П. Капустину и других. Следует отметить педагогическую деятельность профессора А.Н. Бардина в становлении не одного поколения советских специалистов оптиков-механиков.

Характеризуя последующее развитие производства изделий очковой оптики, можно сформулировать следующие основные тенденции:

– дальнейшее увеличение производства изделий очковой оптики, так как очки стали не только средством коррекции зрения, но и аксессуаром человека;

– расширение ассортимента сложных очковых линз и увеличение диаметра всех выпускаемых линз;

– широкое внедрение очковых линз различных типов, изготовляемых из прозрачных полимерных материалов с повышенной механической прочностью поверхностного слоя;

– применение при формообразовании очковых линз зональных поверхностей Френеля;

– использование при изготовлении контактных линз полимеров, содержащих гель, – получение полумягких контактных линз;

– применение этрола и других пластических масс, при изготовлении оправ, а также широкое использование металлов с декоративным покрытием.

Развитие технологии изготовления оптических деталей проходит по следующим направлениям:

1. Создание инструментов из сверхтвёрдых материалов, синтетических и полимерных материалов, появления абразивных порошков и других материалов с улучшенными технологическими свойствами определило возможность разработки принципиально новых видов станков, работающих на интенсивных и скоростных режимах. Это позволило создавать оборудование, в котором качество осуществления технологического процесса определяется не столько квалификацией оптика, сколько самим станком, работающим в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Благодаря этому открываются возможности дальнейшего сокращения трудоёмкости и увеличения объёма производства оптических деталей.

2. Интенсивно ведутся работы по механизации и автоматизации всех технологических операций (основных и вспомогательных), таких как фасетирование очковых линз, окончательная промывка деталей, очистка и промывка наклеечного инструмента. Осуществляется переход к новому принципу производства оптических деталей, когда автоматизированное оборудование с учётом технологической последовательности объединяется в поточную или автоматизированную линию.

3. Следует отметить ещё одно направление автоматизации технологического процесса, особенно для линз с астигматической и асферической поверхностью, – создание программных станков с обратной связью, корректирующей программу формообразования. За последнее время возрастает номенклатура оборудования, повышается её точность, усложняются конструкции за счёт применения электрических, пневматических, гидравлических, вакуумных узлов и агрегатов. При этом значительно возрастает значение типового размерного ряда оборудования с базовой моделью и возможно большей степенью унификации деталей и узлов. Одновременно с этим наблюдается тенденция к созданию агрегатных станков – компоновка станков в зависимости от условий и потребности производства из необходимого числа единичных модулей. А теперь немного о технологиях, которые развивались с течением времени, совершенствовались с ходом истории.

Для многих людей есть необходимость в коррекции зрения. Причин этому может быть множество: наследственность, ухудшение зрения в процессе жизни связанное с перенапряжением глазных мышц, болезни и травмы. А так как человек около 90% информации об окружающем мире получает благодаря зрению, то его качество, бесспорно, играет очень важную роль. Вне зависимости от причин ухудшения зрения формально существует три способа коррекции зрения: хирургическая коррекция, коррекция с помощью коррегирующих очков и контактных линз. В каждом случае человек сам выбирает, каким способом ему воспользоваться. Наиболее распространённый способ коррекции зрения – это коррегирующие очки.

Коррегирующие очки состоят из двух частей: оправы и двух очковых линз. Оправы для коррегирующих очков делают из двух материалов: сплавов различных металлов и полимеров. Существуют три основных способа крепления линз в оправе. В зависимости от способа крепления оправы их делят на три вида: *ободковые*, *лесочные* и *винтовые*. В зависимости от типа оправы изготавливают очки из различных материалов: стекло и пластик. Для изготовления стеклянных линз используются различные марки стекла, такие как **К-8** и **БОК-3**. За последнее десятилетие изготовление стеклянных линз по всему миру значительно сократилось. Этому послужили две основных причины: необходимость использования больших производственных площадей и дороговизны процесса варки оптического стекла. Для варки такого стекла применяются титановые печи, которые должны работать всегда. Если на короткое время остановить эту процедуру, то части оптического стекла затвердеют на поверхности титановой печи, и печь будет непригодна для дальнейшего использования, поэтому изготовление полимерных линз оказывается намного проще и дешевле. Современные полимерные линзы получаются в результате смешивания двух жидких компонентов, после смешивания которых, получившийся состав заливают в специальные формы, в которых получаются готовые линзы. За счёт соотношения кривизны внутренних сторон этой формы получается очковая линза с фиксированной кривизной внешней и внутренней поверхностей. Благодаря специальному соотношению кривизны двух этих поверхностей достигается необходимая оптическая сила линзы. Оптическая сила линзы измеряется в ***диоптриях***. Очковые линзы производятся с шагом равным 0,25 диоптрий. Для линз с большой оптической силой (более 10 диоптрий) осуществляется шаг размером 0,5 единицы. Для коррекции дальнего зрения применяются линзы с отрицательными диоптриями, а для коррекции ближнего зрения – с положительными. В зависимости от знака диоптрий отличаются поверхности задней и передней поверхностей линзы. У минусовой линзы задняя поверхность вогнутая, а передняя – выгнутая, но при увеличении оптической силы до 6 диоптрий и далее, она становится плоской. У плюсовой линзы передняя поверхность выгнутая, задняя – вогнутая, но при увеличении оптической силы до 8 диоптрий и далее, она становится плоской. В результате центр минусовой линзы тоньше, чем край, а у плюсовой край тоньше центральной части.

Прежде чем очковая линза получит законченный вид необходимо произвести обработку её поверхностей. Для этого используется полуготовая линза, называемая ***заготовкой***, определяющей кривизну передней и задней поверхностей. Прежде чем из заготовки получится готовая линза, необходимо произвести *полировку* и *шлифовку* обоих поверхностей. Для этого применяется специализированное оборудование. В зависимости от толщины и кривизны заготовки делятся на группы, называемые базой. Технологический процесс изготовления очковой линзы состоит из нескольких операций, выполняемых в строгой последовательности.

Сначала производится обработка передней поверхности, в результате чего создаётся базовая кривизна передней поверхности. Перед этим заготовка блокируется по задней поверхности, затем выполняется обработка передней. В результате этого получается полуготовая линза, называемая *полузаготовкой*. После того, как создана передняя поверхность нужной кривизны, приступают к обработке задней поверхности. Для этого аналогично блокируется передняя поверхность, а шлифуют и полируют заднюю. Предварительно переднюю поверхность линзы защищают с помощью специального лака, если это стеклянная линза, если же это полимерная линза, то использую особую защитную плёнку. В результате получается готовая линза. Далее выполняется контроль качества этой очковой линзы. Проверяется качество шлифовки и полировки поверхностей, толщина линзы по центру и её оптическая сила.

Толщина линзы измеряется с помощью толщинометра, а оптическая сила – с помощью диоптриометра.

Все очковые линзы имеют круглую форму и определяются следующими диаметрами: 65 или 70 миллиметров. В зависимости от того, какое количество линз надо произвести, применяются различные способы их изготовления. Можно привести два основных способа: *серийный* и *штучный*. При серийном изготовлении линз, двухкомпонентный состав заливается в специальную форму, после чего происходит ***полимеризация***линзы. Штучное же изготовление полимерных линз осуществляется с помощью полузаготовки, у которой передняя поверхность полностью обработана, поэтому выполняется шлифовка и полировка только задней поверхности. Процесс изготовления штучной стеклянной линзы аналогичен процессу технологии изготовления штучной полимерной линзы.

Чем выше оптическая сила линзы, тем она толще по центру или краю. Поэтому в современной оптической промышленности применяются стеклянные и полимерные материалы, имеющие различные коэффициенты преломления. Чем выше коэффициент, тем тоньше линза. Коэффициенты преломления стеклянной линзы из БОК-3 равен 1,523. Существуют более современные марки стекла, у которых этот коэффициент достигает 1,6 и 1,7. Наиболее распространённый материал полимерной линзы имеющий маркировку СR-39 имеет коэффициент преломления 1,49. Более современные варианты полимерных линз имеют следующие коэффициенты: 1,56; 1,61, 1,67 и 1,74.

Очковые линзы производящиеся из стекла имеют значительно большую массу по сравнению с полимерными линзами, но в отличие от них более устойчивы к механическим повреждениям передней и задней поверхностей, но стеклянная линза является более хрупкой, чем полимерная. Для того чтобы защитить поверхности полимерной линзы от царапин применяются специальные покрытия. Они наносятся двумя разными способами: *напылением в вакууме*, *лакированием*. При лакировании линза либо опускается в жидкий лак, либо лак наносится специальным оборудованием. Для более быстрого затвердевания лака применяется ультрафиолетовое излучение. Помимо упрочняющих покрытий в современной оптике применяются ***просветляющие***, ***гидрофобные***, ***антистатические*** покрытия. Просветляющие покрытия предназначены для уменьшения отражения света от поверхностей линзы. Как правило, просветляющее покрытие наносится на линзу от двух до девяти слоёв. Каждый из слоёв позволяет снизить отражение света имеющего определённую длину волны. Чем больше слоёв – тем качественней покрытие. Гидрофобное покрытие предназначено для защиты поверхности линзы от загрязнения и разводов жидкости на линзе. Антистатические покрытия предназначены для предотвращения скапливания электрических зарядов на линзе, что приводит к её быстрому загрязнению. Ещё из школьных опытов известно, что потёртая эбонитовая палочка прекрасно притягивает маленькие кусочки бумаги и пыль, а для линзы это вовсе излишняя способность. Помимо специальных покрытий применяются различные декоративные покрытия. Они наносятся для придания линзе определённого цвета.

Для защиты от ультрафиолетового излучения используются специальные покрытия. Так же эти покрытия дают дополнительную защиту от ультрафиолетовых лучей. Если необходимо добиться защиты от УФ без изменения цвета, то применяется особое прозрачное покрытие. К специальным покрытиям относят покрытия, имеющие узкую направленность, например для защиты от разных видов излучения. Даже для защиты от инфракрасного и электромагнитного излучений. Так же существуют покрытия, которые предназначены для защиты и восстановления зрения после операций на глазах, вызванных заболеваниями типа катаракты или глаукомы. На данный момент оптическая промышленность развивается быстрыми темпами и обещает в будущем изобретать всё более и более совершенные технологии изготовления всех видов линз.