

## Ударопрочные очки линзы: поликарбонат, Trivex, Tribrid

В конце 2011 г. компания PPG представила на выставке SILMO свой новый ударопрочный материал Tribrid. Теперь семейство ударопрочных материалов включает поликарбонат (разных производителей), Trivex и Tribrid (обе разработки компании PPG).

Ударопрочные очки линзы востребованы в тех случаях, когда существует проблема безопасности для глаз – производственная и строительная сферы, спорт, активный отдых и зрение детей.

Ударопрочные очки линзы из указанных выше материалов в несколько раз более удароустойчивы по сравнению с полимерными или минеральными линзами. (Отметим, что это не означает, что к ним можно применять такие термины, как «безопасные» и «небьющиеся», так как они могут не быть таковыми в определенных ситуациях).

Кроме ударопрочности линзы из указанных полимеров будут тоньше и легче, чем линзы из традиционного CR-39. Кроме того, они обеспечат 100% защиту от вредного для

глаз ультрафиолетового излучения.

### Поликарбонатные линзы

Поликарбонат стали применять в космических технологиях в 1970-х годах, и сегодня из него изготавливают иллюминаторы космических кораблей. Очки линзы из поликарбоната стали делать в начале 1980-х годов, когда появился спрос на легкие ударопрочные линзы.

За прошедшие годы поликарбонат стал стандартным материалом для изготовления защитных очков, спортивных очков и масок и очков для детей. Поскольку поликарбонатные линзы менее подвержены растрескиванию, чем обычные полимерные линзы, то они являются хорошим выбором для изготовления модных очков с безободковыми оправками, требующих сверления в линзах отверстий для крепления деталей оправы.

Ударопрочные свойства поликарбонатных линз связаны с технологией их изготовления. Большинство полимерных линз, включая стандартный пластик CR-39, относятся к группе термоустойчивых

полимеров. Такие линзы получают методом литья в форме (формованием), при котором жидкий полимер заливают в готовые формы для затвердения при нагревании.

Поликарбонат относится к другой группе полимеров – термопластических. Линзы из поликарбоната получают методом литья под давлением (инжекцией). Массу из небольших шариков термопластов сначала нагревают, чтобы образовался жидкий полимер, а потом его быстро подают в закрытые формы, где подвергают сжатию под высоким давлением. После охлаждения получают готовые линзы.

Такая специфика производства приводит к тому, что поликарбонат становится эластичным и податливым материалом. При ударной нагрузке поликарбонатные линзы не разбиваются как стекло, а продавливаются и гасят энергию удара. Даже если при очень сильном ударе поликарбонатные линзы треснут, то при этом не образуется множество мелких острых осколков, способных повредить глаза, как это происходит в случае минеральных линз. Именно поэтому поликарбонатные линзы рекомендованы для занятий спортом и детям.



### Линзы из Trivex

Несмотря на достоинства поликарбоната, компания PPG в 2001 г. выпустила новый ударопрочный материал под торговым названием Trivex, в котором нашло отражение сочетание 3-х главных достоинств материала: высокая ударопрочность, малый удельный вес и отличные оптические свойства. Как и поликарбонат, Trivex был разработан для военных целей. Trivex обладает очень высокой ударопрочностью – на уровне поликарбоната. Но по сравнению с поликарбонатом у Trivex лучше ряд других важных характеристик, что выдвинуло его на первое место.

## Сравнение основных характеристик ударопрочных линз

Линзы	Показатель преломления	Уд. вес, г/см <sup>3</sup>	Число Аббе
<i>Tribrid</i>	1,6	1,23	41
<i>Trivex</i>	1,53	1,11	44-45
<i>Поликарбонат</i>	1,586	1,20	30
<i>CR-39</i>	1,49	1,31	59

Линзы из Trivex изготавливают из мономера на основе уретана методом литья в форме, аналогичным процессу изготовления обычных термоустойчивых полимеров. Благодаря этому методу линзы из Trivex обладают более четкой оптикой по сравнению с поликарбонатными линзами, изготовленными методом литья под давлением.

### Сравнение поликарбонатных линз с линзами из Trivex

Сравнение основных характеристик ударопрочных линз приведено в таблице. В ней же указаны характеристики самого распространенного полимера CR-39.

#### Толщина линз

У поликарбоната показатель преломления выше, чем у Trivex –

1,59 против 1,53. Поэтому поликарбонатные линзы будут примерно на 10% тоньше линз из Trivex.

#### Вес линз

У Trivex удельный вес меньше, чем у поликарбоната – 1,11 против 1,2. Поэтому линзы из Trivex будут примерно на 10% легче, чем поликарбонатные линзы.

#### Оптическая прозрачность (на периферии линзы)

У Trivex число Аббе значительно выше, чем у поликарбоната – 45 против 30. Поэтому хроматические аберрации (особенно заметные при взгляде через периферию линзы) будут у линз из Trivex меньше, чем у поликарбонатных линз.

#### Оптическая прозрачность (в центре линзы)

У линз из Trivex меньше внутрен-



Линзы Trivex

нее напряжение, чем у практически всех поликарбонатных линз. Как известно, внутреннее напряжение в линзах вызывает размытие оптического изображения. Поэтому линзы Trivex обеспечивают более четкое центральное зрение, чем поликарбонатные линзы.

**Ударопрочность**

Линзы из Trivex и поликарбона-

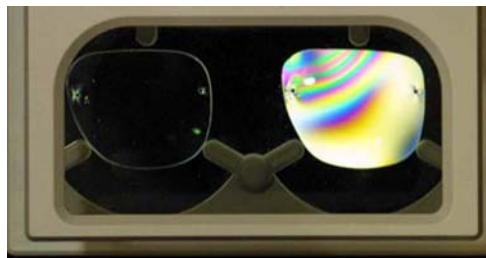


Обычные линзы

та имеют сравнимую степень ударопрочности.

**Устойчивость к образованию царапин**

Линзы из поликарбоната и из Trivex гораздо более удароустойчивы, чем остальные полимерные материалы (включая высокопреломляющие) потому, что они «мягкие». Т.е. они поглощают энергию



Внутреннее напряжение в готовых линзах Trivex (слева) и поликарбонатных линзах (справа), установленных в безбодковые оправу



Линзы, выдержанные в ацетоне в течение 10 суток: CR-39, поликарбонат, Trivex (слева-направо)

ударного воздействия без разрушения. Однако это означает, что эти линзы легко поцарапать, и для защиты поверхности ударопрочных линз от образования царапин необходимо наносить на них упрочняющие покрытия. Применяемые в настоящее время упрочняющие покрытия способны сделать ударопрочные линзы почти такими же устойчивыми к образованию царапин, как минеральные линзы.

### **Технологичность**

Линзы из Trivex, так же как и поликарбонатные линзы, являются отличным выбором для установки в безободковые оправы, так как при сверлении они не трескаются.

### **УФ-защита**

Линзы из Trivex и поликарбоната

обеспечивают 100% защиту от солнечного ультрафиолетового излучения диапазонов УФ-А и УФ-В без каких-либо специальных УФ-поглощающих покрытий.

### **Устойчивость к химически активным веществам**

Линзы из Trivex обладают очень высокой химической устойчивостью. В отличие от поликарбонатных линз они даже устойчивы к воздействию ацетоном. В обычных условиях линзы из Trivex устойчивы к распространенным в быту химическим веществам, включая чистящие вещества, спирты и растворители.

### **Ассортимент**

Линзы из поликарбоната несколько более распространены – шире набор доступных дизайнов (напри-

мер, прогрессивных). На оба типа ударопрочных линз могут быть нанесены различные типы покрытий (включая просветляющие), они могут быть изготовлены по технологии FreeForm, имеются в продаже ударопрочные поляризационные и фотохромные по технологии Transitions линзы.

### Стоимость

Цены на линзы из Trivex и поликарбоната могут сильно варьировать, но в целом линзы из Trivex позиционируются в большинстве оптик как более дорогие.

### Линзы из Tribrid

Об этом новейшем ударопрочном материале сегодня известно не так много, как о рассмотренных выше двух. По сравнению с Trivex у Tribrid более высокий показатель преломления (1,6 против 1,53), что делает его сравнимым по этому параметру с поликарбонатом (1,59) и позволяет отнести к категории высокопреломляющих полимеров. При этом линзы Tribrid в 5 раз прочнее других высокопреломляющих линз (полученных методом формования).

Удельный вес Tribrid примерно такой же, что и у поликарбоната, но



Обычные линзы    Линзы Tribrid

несколько выше, чем у Trivex. Из сравнения Tribrid и поликарбоната видно, что новые ударопрочные линзы при примерно равных значениях показателя преломления и удельного веса значительно превосходят поликарбонат по оптическим свойствам (число Аббе 41).

Линзы из Tribrid будут одновременно очень тонкими и прочными (по заявлению производителей, они выдерживают энергию удара, превышающую энергию теста FDA с падающим шариком более, чем в 160 раз), и кроме того, они обеспечивают 100% защиту от УФ-излучения. Материал линз Tribrid разработан с использованием «уникальной гибридной химической технологии, позволив-

шей соединить элементы материала Trivex с традиционной химией высокопреломляющих полимеров для очковых линз”. Технология литья линз из Tribrid пока остается закрытой, но учитывая заверения производителя в отличных оптических свойствах нового материала, можно предположить, что в новых линзах, так же как и в Trivex, не будет внутреннего напряжения, присущего поликарбонатным линзам.

Представленные на международной оптической выставке Silmo ударопрочные линзы Tribrid являются результатом совместных усилий трех компаний – PPG Industries, Thai Optical Group и Novacel. Компания Thai Optical Group, бывшая партнером PPG в выпуске линз Trivex, при создании линз Tribrid сконцентрировалась на разработке технологии литья линз из нового уникального материала. Novacel (компания является известным европейским дистрибьютором очковых линз и имеет лабораторию по их производству) усовершенствовала свою технологию обработки поверхности и нанесения покрытия на линзы, а также метод контроля качества, что позволило получать линзы Tribrid, которые точно соответствуют пара-



метрам рецепта, соответствуют форме оправы и удовлетворяют зрительные запросы клиента. Линзы Tribrid сегодня поставяет Novacel в однофокальном и прогрессивном FreeForm дизайнах с высококачественными многофункциональными покрытиями.

Линзы Tribrid обладают прекрасной оптической прозрачностью, малым удельным весом, очень высокой ударопрочностью и высоким показателем преломления, что делает их наилучшим выбором для спортивных и детских очков.