

Назначение и типы призм, конструктивные параметры

В оптических приборах призмы применяются в следующих целях [8] *:

- для изменения хода лучей в приборах;
- для изменения направления оптической оси системы;
- для изменения направления линии визирования;
- для оборачивания изображения;
- для уменьшения габаритов системы;
- для разделения пучков лучей или объединения полей;
- для вращения изображения или компенсации поворота изображения;
- для разложения света в спектр;
- для поляризации света.

По своему действию на световой пучок призмы подобны зеркалам, однако в ряде случаев призмы применять удобнее, чем зеркала. Преимущества призм по отношению к зеркалам:

- углы между гранями призмы неизменны, тогда как углы между зеркалами должны регулироваться с большой точностью при сборке и система зеркал может разъюстироваться в процессе эксплуатации;
- потери света у призм от граней с полным внутренним отражением равны нулю, тогда как при отражении от поверхностей зеркал потери довольно велики; кроме того, отражающие покрытия зеркал с течением времени могут портиться;
- крепление призм в оправках, как правило, проще чем системы зеркал, и обладает меньшими габаритами;
- для некоторых призм нет эквивалентных зеркальных систем (например, призма Дове, полупента, некоторые виды спектральных призм).

Замена отражательных призм зеркалами целесообразна в тех случаях, когда имеет значение вес прибора, так как зеркала значительно легче призм, а также стоимость. Кроме того призмы в ряде случаев являются источниками хроматических и некоторых других аберраций.

Рабочие и нерабочие поверхности призмы - плоскости. Рабочие поверхности различают преломляющие, через которые световой пучок входит в призму и выходит из нее, и отражающие, от которых пучок отражается при прохождении внутри призмы. Число рабочих граней и взаимное их расположение определяют ход пучка внутри призмы и все преобразования пучка, которые при этом происходят.

Если осевой луч проходит внутри призмы в одной плоскости, то такую призму называют плоской. Если осевой луч идет в двух плоскостях, - такая призма называется пространственной.

Сечение призмы плоскостью, в которой проходит осевой луч пучка, называется главным сечением призмы; у плоских призм одно главное сечение, у пространственных главных сечений столько, сколько плоскостей, в которых проходит осевой луч.

Отражательные призмы. Основными характеристиками работы отражательных призм являются угол отклонения и смещение светового пучка, а также оборачивание изображения. *Углом отклонения* называется угол между направлениями осевого луча до и после призмы, причем, промежуточные отклонения луча внутри призмы во внимание не принимаются.

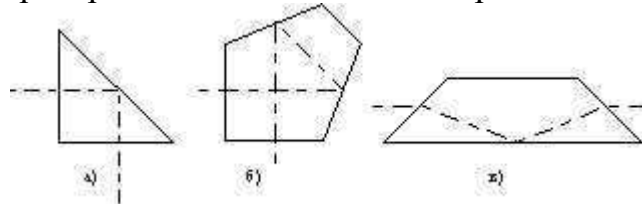


Рис.3.6. Примеры отражательных призм с одним и двумя отражениями

Оборачивание изображения зависит от числа отражающих граней и их расположения в пространстве. Для плоских призм при четном числе отражающих граней изображение не оборачивается призмой, при нечетном - оборачивается в главном сечении. Для оборачивания изображения в плоскости, нормальной к главному сечению, одна из отражающих граней призмы заменяется крышей, которая представляет собой две отражающих поверхности, образующие двугранный угол 90° , симметрично расположенные относительно главного сечения призмы (рис.3.7).

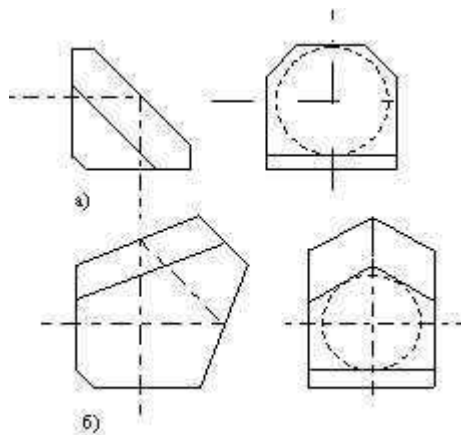


Рис.3.7. Примеры призм с крышей

Каждая призма обозначается двумя буквами и числом, разделенными знаком тире. Первая буква указывает число отражающих граней призмы (А - одно отражение, Б - два, В - три), вторая - характер ее конструкции (Р - равнобедренная, П - пента-призма, У - полупента, С - ромбическая, Л - призма Лемана). Число обозначает угол отклонения осевого луча в градусах. При этом крыша считается за одну грань. Обозначается крыша индексом "к" у первой буквы. Для пространственных призм указываются углы отклонения в соответствующих плоскостях по ходу луча.

В табл. 4.6 [8] * приведены основные типы отражательных призм и соотношения их размеров.

Плоские призмы с четным числом отражающих граней дают прямое изображение. При наклоне такой призмы в главной плоскости выходящий пучок

лучей не отклоняется. Плоские призмы с нечетным числом отражающих граней дают зеркальное изображение предмета. При наклоне их в плоскости главного сечения лучи отклоняются на двойной угол.

Отражательные призмы развертываются в плоскопараллельную пластинку. Развертка призмы выполняется путем постепенного переворачивания контура главного сечения призмы вокруг отражающих граней по ходу луча в призме. Длина развертки призмы равна геометрической длине хода пучка в призме (рис. 3.8)

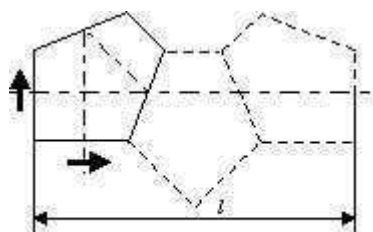


Рис.3.8. Пример построения развертки призмы

Если призма не разворачивается в плоскопараллельную пластинку, то она действует как клин с большим преломляющим углом и вызывает хроматизм и искажение изображения. Такие призмы применяются с дополнительным (компенсирующим) клином.

Призмы, представляющие собой комбинации из двух или большего числа простых типовых призм, скрепляемых в единый блок с помощью склейки или закрепления в оправе, называются составными или сложными. Они применяются в тех случаях, когда типовые призмы не подходят для проектируемой системы по габаритам или углу отклонения, или требуется уменьшить габариты системы. На рис.3.9 а,б приведены призмы с клином, рис.3.9 в,г - составные призмы прямого зрения.

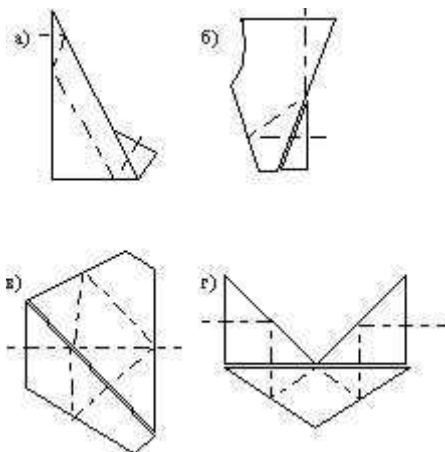


Рис.3.9. Пример составных призм

На рис.3.10 а,б приведены составные пространственные призмы, использующиеся как оборачивающие призматические системы - призматические системы Малафеева-Порро первого и второго рода соответственно.

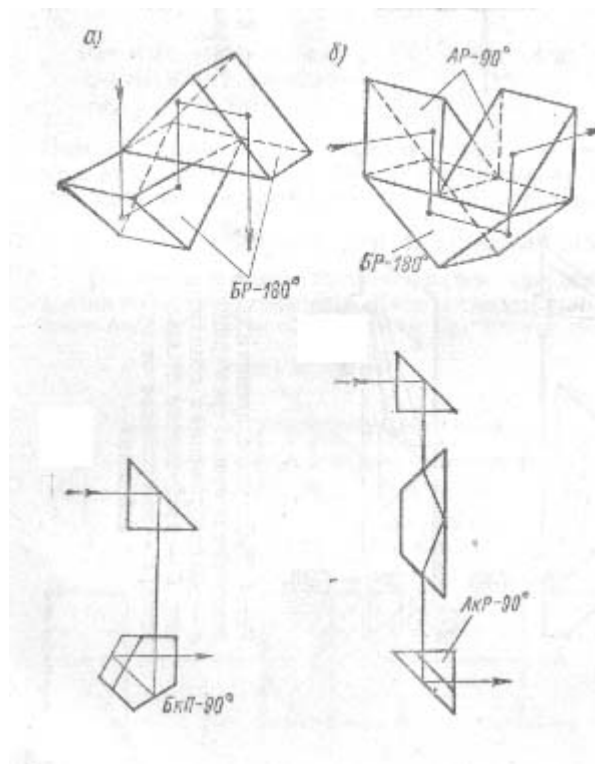


Рис.3.10. Примеры пространственных призмных систем

Обычное назначение отражательных призм - отклонение пучка и оборачивание изображения. Однако в оптических приборах часто применяются призмы, решающие и другие задачи, например, соединение или разделение пучков, разделение поля. Примеры призм, решающих подобные задачи, приведены на рис.3.11.

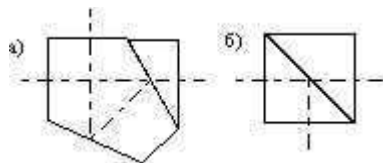


Рис.3.11. Примеры светоделительных призм

Спектральные призмы. Спектральной призмой называется многогранник, сделанный из прозрачного вещества, обладающего значительной дисперсией ($dn/d\lambda$) [28] *. Угол выхода лучей из призмы зависит от длины волны излучения. Прохождение луча через призму связано с преломлением, зависящим от материала. Для изготовления хороших спектральных призм должен использоваться материал, прозрачный с исследуемой области спектра, обладающий большой дисперсией, высокой оптической однородностью и изотропностью, быть сравнительно недорогим и хорошо обрабатываться. Материал для поляризационных призм, напротив, должен быть анизотропным.

Для ультрафиолетовой части спектра часто используется природный кристаллический кварц, хотя он обладает двойным лучепреломлением, вращает плоскость поляризации, достаточно дорог и недоступен в виде больших кусков достаточной однородности и прозрачности. Получаемый искусственным выращиванием кварц достаточно однороден и свободен от двойного лучепреломления. Однако для видимой области кварцевые призмы мало пригодны.

Для видимой области основным материалом для изготовления спектральных призм служит стекло. Как правило, спектральные призмы делают из тяжелых стекол типа флинт, обладающих большой дисперсией. Для большинства сортов тяжелых стекол большая дисперсия сопровождается значительным поглощением в коротковолновой части видимого спектра. (1 ■ 420нм).

Поверхности призм из тяжелых флинтов подвержены воздействию химически агрессивной атмосфере. Заметные разрушения поверхности наблюдаются в призмах приборов, установленных в химических лабораториях, где в атмосфере присутствуют пары кислот.

Для призм с размерами более 100 мм трудно изготовить достаточно однородное стекло. Хорошие кристаллы кварца больших размеров встречаются также чрезвычайно редко. Эти обстоятельства ограничивают размеры призм в промышленных приборах. Призмы большого размера изготовлены в единичных лабораторных экземплярах [28] *.

Основные свойства призмы проще всего проследить на простейшей спектральной призме, форма которой показана на рис.3.12.

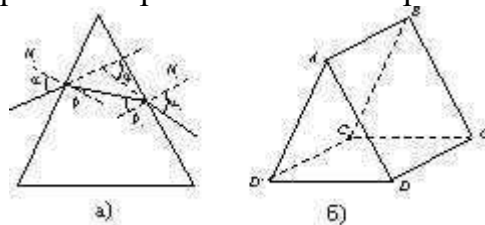


Рис.3.12. Пример спектральной призмы

Двугранный угол с ребром AB называется преломляющим. Плоскости $ABCD$ и $ABC'D'$ называются преломляющими гранями призмы. Плоскость, перпендикулярная ребру призмы и проходящая через его середину, называется плоскостью главного сечения.

Определение размеров призм, допусков на изготовление и характеристики материалов

Огибающая поверхность пучков лучей, проходящих через призму, представляет собой коническую поверхность с окружностью в основании. Для определения размеров призмы сначала вводится эквивалентная развертке призмы воздушная пластинка толщиной l/n . Для определения толщины воздушной призмы надо найти размер D светового пучка на ее выходной грани (из рис.3.13) [8] *:

$$D = \frac{2(r + a \cdot \operatorname{tg} \sigma)}{1 - 2k \cdot \operatorname{tg} \sigma / n},$$

где $l/D = k$; 2σ - угол конуса лучей.

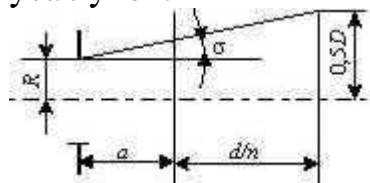


Рис.3.13. К расчету призмы

Если призма с двумя или тремя отражениями имеет крышу, выходящую только на одну преломляющую грань (входную или выходную), то размер следует уточнить по следующей формуле:

$$D_1 = \frac{D}{2} \left(1 + \frac{\sqrt{1 + \sin^2 \gamma}}{\sin \gamma} \right),$$

где γ - угол между ребром крыши и рассматриваемой гранью.

Если в призмах с одним отражением крыша выходит на две грани, как в $A_k P-90^\circ$, то

$$D_1 = D \frac{\sqrt{1 + \sin^2 \gamma}}{\sin \gamma}.$$

Размеры отражательных призм зависят от размеров поперечного сечения пучка и определяются при расчете оптических систем. В табл.4.6 из [8] * приведены расчетные формулы для определения основных размеров для типовых призм.

Угловое поле любой призмы ограничено и зависит от ее конфигурации и показателя преломления стекла. Предельный угол s определяется по формуле $\sin s \leq n / (1+4k^2)^{-1/2}$. Если входной зрачок расположить в середине развертки призмы, то $\sin s \leq n / (1+k^2)^{-1/2}$.

Размеры сложных призм определяются по размерам составляющих простых призм.

Расчетные размеры призм обычно увеличивают на 0,5-2 мм для обеспечения юстировки и крепления призм в оправе. Указанный припуск берется меньше, когда призма закрепляется в гнезде, и больше при креплении в отдельной оправе.

Следует избегать больших габаритов призм, так как в этом случае увеличивается вес прибора, возникают трудности с подбором больших кусков стекла без свилей и других дефектов, повышается стоимость изготовления и усложняется крепление призмы. При больших габаритах призм часто бывает выгоднее заменять их системой зеркал.

Погрешности углов призм и характеристики материалов вычисляются, исходя из требуемого качества изображения в оптической системе [15] *, [16] *.

Требования к материалу призм зависят от назначения прибора и расположения призмы в его оптической системе. Если призма работает в широком пучке лучей (головная призма, например), то для такой призмы ужесточаются требования к материалу по отклонению показателя преломления и средней дисперсии, однородности, двойному лучепреломлению, ослаблению. Чем ближе оптическая деталь к плоскости изображения, тем жестче становятся требования по пузырности, классу чистоты полированных поверхностей.

Потери света на поглощение в стекле зависят от категории стекла, выбор категории связан с назначением прибора и особенностями его конструкции. Для ответственных приборов при большой длине хода лучей в стекле применяются стекла более высоких категорий, чем для призм неответственных приборов.

При конструировании сложных склеенных призм следует иметь в виду, что закреплять в оправе можно только одну из призм, так как от усилий закрепления

возможна расклейка призмённого блока. Поэтому призмы, удерживаемые только клеем, должны иметь небольшие размеры.

Требования к точности изготовления призмы, а также к форме и чистоте ее рабочих поверхностей определяются требованиями к качеству изображения прибора, увеличением прибора, положением призмы относительно плоскости изображения и размерами светового пучка.

Погрешности углов призм. Наибольшее влияние на качество изображения оказывают погрешности углов между отражающими и преломляющими гранями и пирамидальность призмы. Эти погрешности вызывают хроматизм изображения, так как развертка призмы обращается в клин. У подвижных призм пирамидальность вызывает, кроме того, погрешность визирования. Величины допусков на указанные углы и пирамидальность вычисляются в зависимости от допустимых величин хроматизма и требований к точности работы прибора ([9] *).

Погрешности углов крыши вызывают двоение изображения, поэтому допуски на эти углы назначаются весьма жесткие - до 5 угловых секунд.

Погрешности углов между преломляющими гранями неподвижных призм не влияют существенно на качество изображения, а вызываемое изменение угла отклонения пучка может быть скомпенсировано юстировкой оптической системы, поэтому допуски на эти углы назначают довольно грубые - до 5 угловых минут.

Погрешности не всех углов между преломляющими гранями влияют одинаково на клиновидность развертки (например, погрешность угла 90° у прямоугольной призмы не влияет на клиновидность, влияние оказывает разность углов 45° ; у пента-призмы напротив, погрешность угла 90° оказывает вдвое большее влияние на клиновидность развертки, чем погрешность угла 45°).

На линейные размеры призм назначают допуски по 10-12 квалитетам точности, так как погрешности этих размеров не влияют на качество изображения.

Требования к изготовлению. Требования к форме рабочих поверхностей (N и $D N$) определяются в зависимости от допустимого искажения изображения, вызываемого этими погрешностями. Требования к отражающим граням при этом в 4-6 раз выше, чем к преломляющим. При назначении класса чистоты рабочих поверхностей P следует учитывать положение призмы относительно плоскости изображения. К чистоте граней, расположенных вблизи плоскости изображения, предъявляются повышенные требования.

Требования к материалу для спектральных призм [28] *: оптические постоянные - 3Б-4Г; однородность - 1; двойное лучепреломление - 1; ослабление - 1-4; бессвильность - 1; пузырность 5В-6Г.

Определение размеров призм, допусков на изготовление и характеристики материалов

Таблица 3.1 Допуски на отклонение точности формы плоских и сферических поверхностей оптических деталей [9] *

Детали	N	DN	Класс точности пробного стекла по ГОСТ 2786-76
Высококачественные объективы коллиматоров, зеркала точных приборов	0,1-0,5	0,05-0,1	1
Зеркала средней точности	1-2	0,1-0,2	1-2
Зеркала неответственных систем (осветительных)	5	0,5	3
Объективы телескопических систем	2-3	0,2-0,5	2-3
Фотообъективы:			
Аэрофотосъемочные	1-2	0,1-0,2	1-2
Обычные	2-3	0,2-0,5	2-3
Микрообъективы			
До $10^{\times} 0,25$	2-3	0,2-0,5	1-2
От $10^{\times} 0,25$ до $40^{\times} 0,65$	1-2	0,1-0,2	2-3
От $40^{\times} 0,65$ и выше	0,5-1,0	0,05-0,1	1
Окуляры	3-5	0,5-0,8	3
Призмы*:			
Отражающие поверхности	0,5-1,0	0,1-0,3	3

Преломляющие поверхности	2-4	0,5-1,0	3
Защитные стекла	1-3	0,2-0,3	3
Сетки	10-20	1,0-2,0	-
Светофильтры (перед объективом)	1-2	0,3-0,5	3
Светофильтры (за окуляром и перед ним)	3-5	0,5-0,8	-
<p>* Более жесткий допуск берется для поверхностей призм, расположенных перед объективом и работающих при больших увеличениях ($\Gamma > 6^x$); средний допуск при том же расположении поверхностей призм, но при слабых увеличениях ($\Gamma < 6^x$) и для поверхностей призм, расположенных вблизи плоскости изображения.</p>			

Таблица 3.2. Рекомендуемые классы чистоты поверхностей оптических деталей [9] *

Рабочий диаметр D_p , мм	Классы чистоты P	Положение поверхностей относительно фокальных плоскостей
>0	0-10 0-20 0-40	Поверхности деталей, расположенных в плоскостях изображения системы или очень близко от них (в зависимости от фокусного расстояния окуляра)
До 0,5 Св. 0,5 до 1,5	I II	Поверхности деталей, расположенных вблизи плоскостей изображения
Св. 1,5 до 4,5 ~ 4,5 ~ 10 ~ 10 ~ 25 ~ 25 ~ 50 ~ 50 ~ 300	III IV V VI VII-IX	Поверхности деталей, удаленных от плоскостей изображения системы

Таблица 3.3. Классы чистоты поверхностей оптических деталей различного назначения [9] *

Класс чистоты	Основная область применения детали
---------------	------------------------------------

0-10	Сетки и коллективы в приборах с фокусным расстоянием окуляра от 10 до 15 мм; шкалы, рассматриваемые с увеличением более 20^x
0-20	Сетки и коллективы в приборах с фокусным расстоянием окуляра от 15 до 25 мм
0-40	Сетки и коллективы в приборах с фокусным расстоянием окуляра свыше 25 мм
I	Первые линзы широкоугольных окуляров, линзы микрообъективов с увеличением более 10^x
II	Призмы, коллективы и другие детали, расположенные очень близко к плоскости изображения
III	Заготовки сеток коллиматоров, линзы окуляров телескопических систем, окулярные призмы
IV	Линзы окуляров, объективов и оборачивающих систем в телескопических приборах, призмы и пластинки в сходящихся пучках (в телескопических приборах), лупы
V	Линзы объективов оборачивающих систем, головные призмы, призмы в параллельных пучках, защитные стекла телескопических приборов, линзы фотографических и проекционных объективов, лупы
VI	Линзы объективов и оборачивающих систем, не являющихся наружными деталями, линзы фотографических и проекционных объективов
VII	Линзы фотографических и астрономических объективов диаметром от 100 до 300 мм
VIII и VIIIa	Линзы астрономических объективов и смотровые стекла размером от 300 до 500 мм
IX и IXa	Менее ответственные смотровые стекла размером от 300 до 500 мм

Фаски на призмах и оптических деталях некруглой формы

На призмы и оптические детали некруглой формы наносят конструктивные фаски для удаления лишнего стекла и уменьшения веса призмы, а также для

удобства ее крепления в оправе, через который пучок лучей не проходит, и защитные, для предохранения детали от выколок. Защитные фаски наносят на ребра двугранных углов и на трехгранные углы.

Размеры конструктивных фасок - ширину и угол наклона - указывают в поле чертежа, защитные фаски указывают в технических требованиях. Способы обозначения фасок см. в чертежах призм ([п.3.3.5](#)).

Ширина защитных фасок (m) выбирается в зависимости от длины короткого ребра детали по табл. 3.8 [8] *. Допустимость фасок на ребрах крыши и призмы-куба, попадающих в световой пучок, устанавливается конструктором.

Таблица 3.8

Длина ребра, мм	Ширина фаски (m), мм	
	На ребрах	на трехгранных углах
До 6	0,1 ^{+0,2}	0,3 ^{+0,3}
Св. 6 до 10	0,2 ^{+0,3}	0,5 ^{+0,3}
" 10 " 18	0,3 ^{+0,4}	1,0 ^{+0,4}
" 18 " 30	0,4 ^{+0,5}	1,5 ^{+0,5}
" 30 " 50	0,5 ^{+0,6}	2,0 ^{+0,6}
" 50 " 80	0,7 ^{+0,8}	2,5 ^{+0,8}
" 80 " 120	0,8 ^{+0,9}	3,0 ^{+1,2}
" 120 " 150	1,0 ^{+1,0}	3,5 ^{+1,5}
Св. 150	1,2 ^{+1,2}	4,0 ^{+2,0}

Защитные фаски снимаются перпендикулярно биссектрисе угла между гранями на двугранных углах до 110° включительно. Если угол защитной фаски не оговаривается, то в чертеже следует указывать только ширину фаски с допуском.

На трехгранных углах, у которых угол между гранями более 110° , необходимость защитной фаски устанавливается конструктором.

Расположение конструктивных фасок определяется типом призмы и конструкцией узла крепления. Наибольшие размеры конструктивных фасок ограничиваются размерами призмы, необходимыми для пропускания расчетного светового пучка лучей.

На преломляющие и отражающие поверхности призм наносят покрытия - тонкие пленки различных веществ: металлов, окислов металлов, диэлектриков, кремнийорганических соединений и др., что позволяет изменять оптические характеристики деталей, придавать им новые физические свойства [27] ^{*}.

Покрытия могут быть одно-, двух-, трех- и многослойными, состоящими из чередующихся слоев пленок различных веществ.

Просветляющие покрытия наносят на преломляющие грани призмы для уменьшения потерь на отражение от границы раздела "стекло-воздух".

Отражающие непрозрачные покрытия (зеркала) используют для изготовления оптических деталей, отражающих свет в видимой или в заданной части спектра излучения. Их наносят на отражающие грани призм, если угол падения луча на поверхность меньше угла полного внутреннего отражения.

Простейшими отражающими покрытиями, широко используемыми для изготовления призм, зеркал, отражателей осветительных устройств и т.п., являются металлические пленки серебра, алюминия, хрома и т.п. [27] ^{*}.

Значения интегрального коэффициента отражения r_A для ряда металлических покрытий:

Вид покрытия	$r_A, \%$
Серебрение химическое без защиты	94
Серебрение химическое заднее с защитой медью или лаком	88
Алюминирование испарением с защитой анодным оксидированием	86
Хромирование	50

Металлические отражающие покрытия, за исключением пленок хрома, механически не прочны, легко царапаются, неустойчивы к воздействию атмосферных условий при эксплуатации. Их защищают оксидными пленками или тонким слоем прозрачных лаков.

Прочные отражающие покрытия с коэффициентом отражения, близким к единице, получают нанесением на подложку многослойных пленочных покрытий из диэлектрических материалов. Детали с такими покрытиями получили название интерференционных зеркал.

Защитные прозрачные покрытия предохраняют полированные поверхности химически нестойких материалов от разрушения и образования налетов в процессе эксплуатации. Для этой цели на поверхность детали наносят прозрачную химически устойчивую пленку окислов кремния, тантала, фторорганического полимера Ф32Л и других веществ. Распространенным видом защитного покрытия является прогрев детали в расплавленном пчелином воске при температуре 230 ° С. Просветляющие покрытия, нанесенные на поверхность химически нестойких стекол, также выполняют функцию защитного покрытия.

Условные графические обозначения покрытий см. в Приложении.

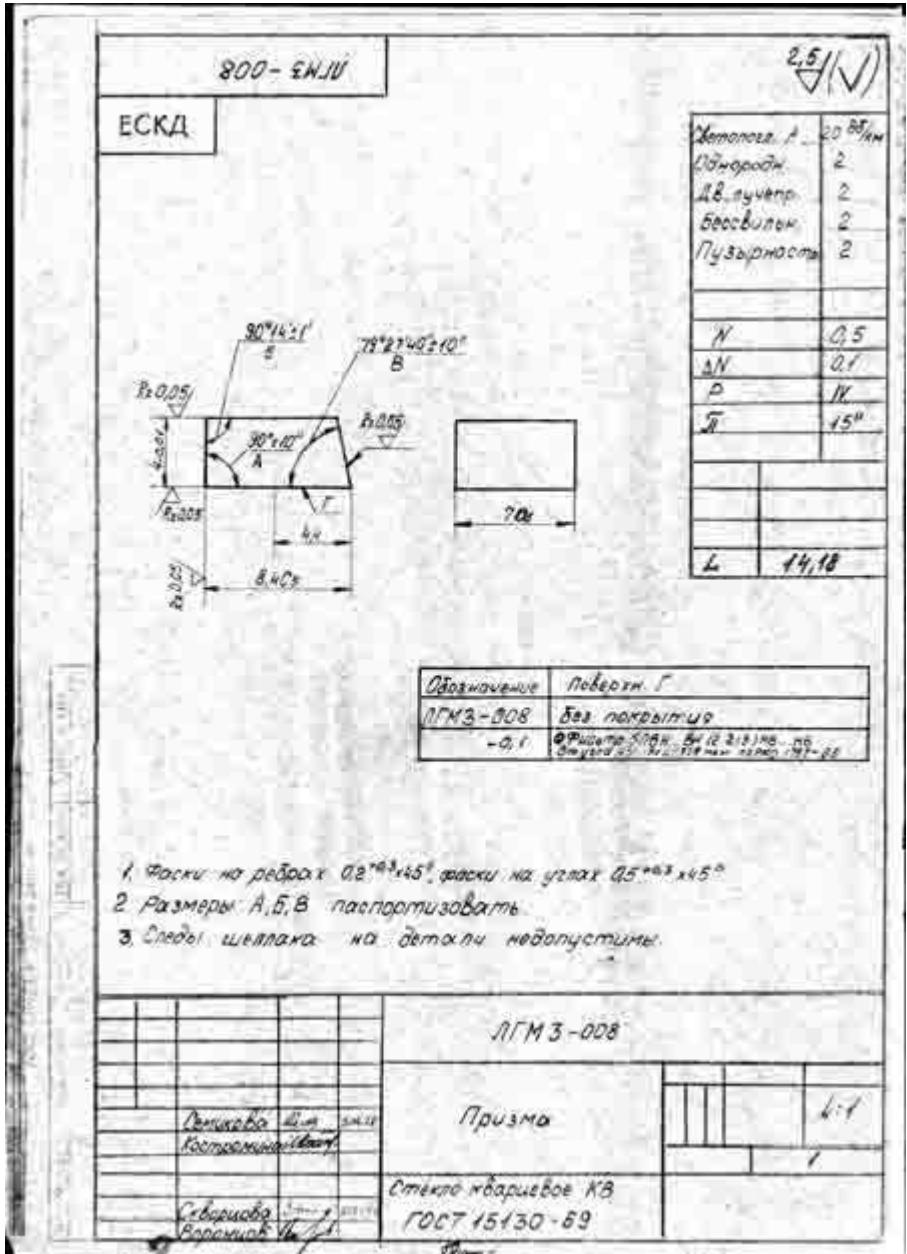
Примеры обозначения покрытий на чертежах см. в Примерах, а также в чертежах [п.3.3.5](#).

Оформление чертежей призм

Чертеж призмы оформляется в соответствии с требованиями, приведенными в [п.3.1.1](#).

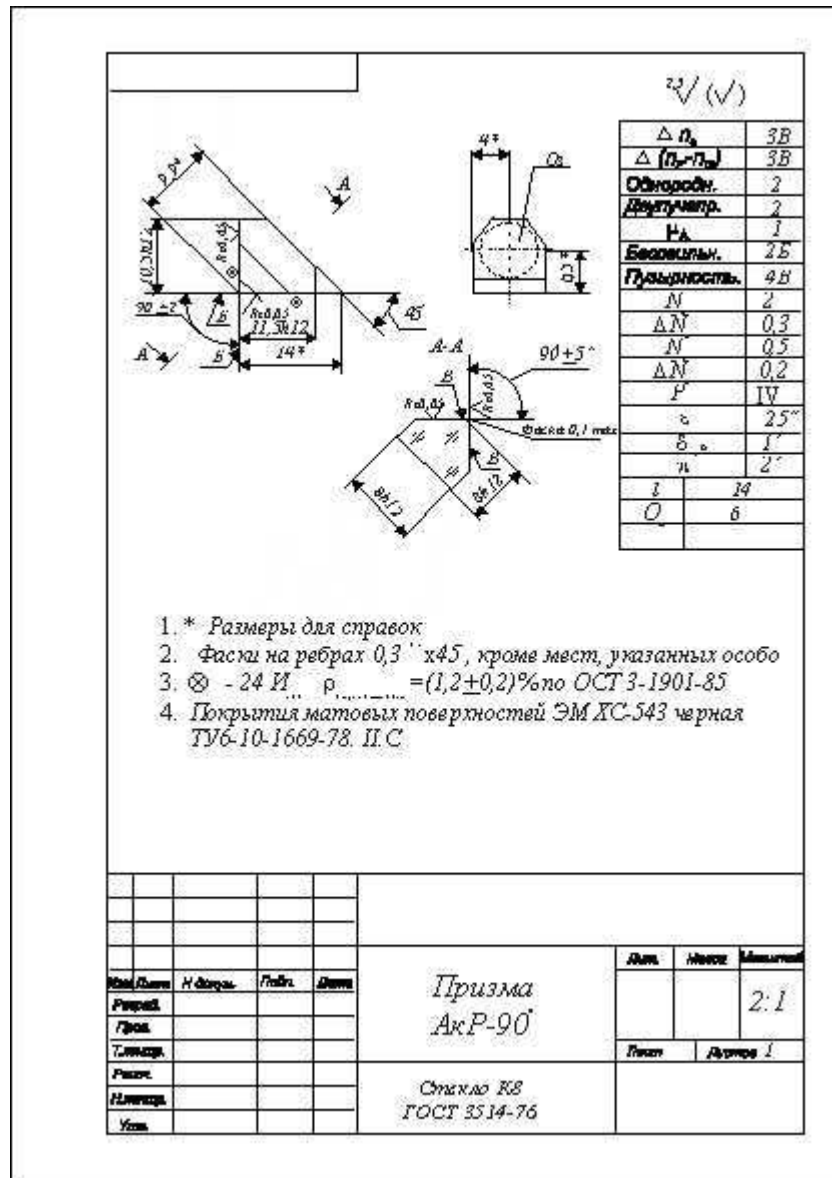
- Призма (склеенная призма) располагается на чертеже по ходу луча, идущего слева направо.
 - На чертежах поверхности оптических деталей обозначают прописными буквами русского алфавита, которые наносят на полках линий-выносок. Поверхности, к которым предъявляют одинаковые требования по точности и качеству изготовления (например, отражающие, преломляющие поверхности призмы), допускается обозначать одной и той же буквой.
 - На чертежах призм следует кроме линейных и угловых размеров, определяющих их геометрическую форму, указывать номинальные размеры световых зон поверхностей, если для этих зон предъявляются более высокие требования в отношении класса (группы) дефектов, чем для краевой зоны.
 - Световые зоны ограничивают тонкой штрих-пунктирной линией с указанием на полке линии-выноски обозначения "O₃".
 - В правом верхнем углу чертежа располагают таблицу, в которой указывают требования к материалу, требования к изготовлению детали и оптические характеристики.
 - в первой части таблицы помещают следующие требования к материалу: категорию и класс по показателю преломления и средней дисперсии; категорию по оптической однородности; категорию по двойному лучепреломлению; категорию по показателю ослабления; категорию и класс бессвильности; категорию и класс пузырности; категорию по радиационно-оптической устойчивости (текла серии 100);
 - вторая часть таблицы содержит *требования к изготовлению* детали. В зависимости от типа оптической детали здесь указывают:
 - общую и местную погрешности (N и $D N$);
 - класс чистоты полированных поверхностей P ;
 - допустимую клиновидность q ;
 - пирамидальность p ;
 - допустимую разность углов d ;
 - разрешающую способность e (при необходимости);
 - остаточную фокусность $|_{\min}$ (при необходимости);
 - класс точности пробного стекла $D R$ (для плоских поверхностей).
- Требования к форме поверхностей (N и $D N$) отражающих граней при этом в 4-6 раз выше, чем преломляющих. При назначении класса чистоты рабочих поверхностей P следует учитывать положение призмы относительно плоскости изображения. К чистоте граней, расположенных вблизи плоскости изображения, предъявляются повышенные требования.

- Призма кварцевая:

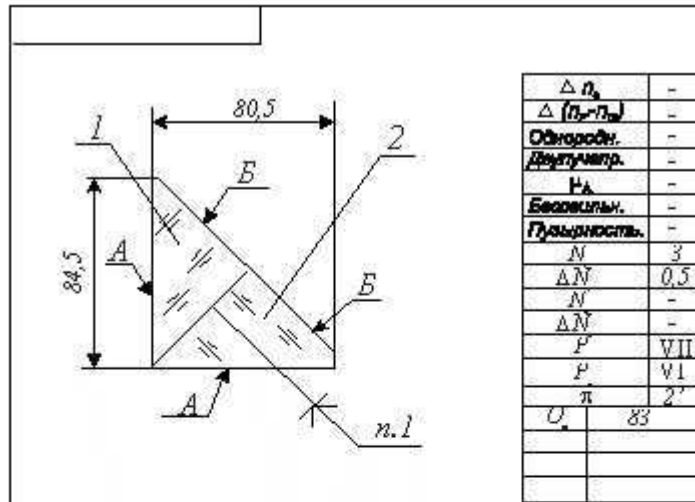


-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

- Призма БП-90:



- Спектральная призма:

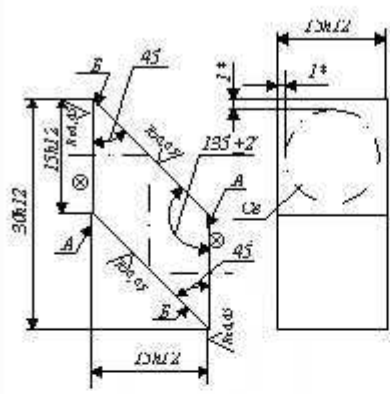


1. Клей Бальзамин М ГОСТ 14887-80
2. Размеры для справок
3. Покрытие матовых поверхностей Эмаль ХС-1107м черная ТУ6-10-1042-78

Имя	Фамилия	Полн.	Дата	Призма спектральная Сборочный чертеж	Лист	Из всего	Масштаб
Рисовал							
Проф.					Лист	Из всего 1	
Т.инженер							
Рисов.							
Инженер							
Узна.							

- Ромб-призма:

0,2 / (✓)



ΔP_s	5Г
$\Delta (P_s - P_n)$	5Г
Обводн.	1
Диаметр.	3
Нд.	1
Безопасн.	1
Глубина.	3А
N	3
ΔN	0,5
N	1
ΔN	0,3
P	II
ϵ	12"
δ	1"
η	3"
θ	1"
l	13
O_s	30

1. * Размеры для справок
2. Фаски на ребрах 0,2 х 45°
Фаски на углах 0,3 х 45°
3. Ⓣ 24 H... р... = (1,2 ± 0,2) % по ОСТ 3-1901-85
4. Погрешность изготовления поверхностей ЭМХС-5В черт. 1376-1 0-1 669-78

Имя	Фамилия	И.Инициалы	Подп.	Дата	Дет.	Масштаб
Проект.						2:1
Град.					Лист	Из всего 1
Т.Инициалы					Стекло К8 ГОСТ 3514-76	
Рисов.						
Н.Инициалы						
Угол.						