

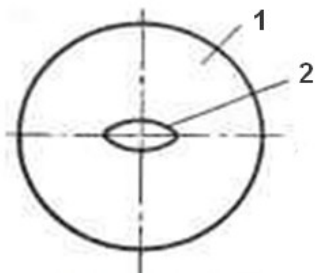
УМК

Специальные волоконные
световоды

**Тема 7. АНИЗОТРОПНЫЕ ОДНОМОДОВЫЕ
СВЕТОВОДЫ**

Типы конструкции АВС

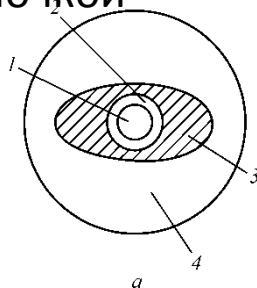
ДЛП обусловлено эллиптической формой сердцевины



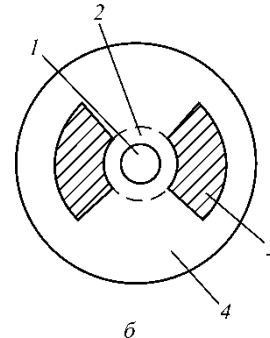
1-цилиндрическая оптическая оболочка;
2-эллиптическая сердцевина

ДЛП обусловлено анизотропией напряжений в круглой сердцевине

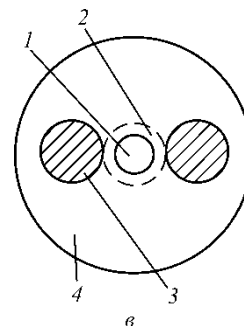
с «напрягающей» эллиптической оболочкой



тип «галстук-бабочка»



тип «PANDA»



1 – германосиликатная сердцевина; 2 –буферная оболочка; 3 – напрягающие элементы; 4 – технологическая кварцевая оболочка.

Highwave

Fiber Core, nLIGHT, США,
Англия, Nufern, США,
StockerYale, Fujikura, Япония,
США Corning, США

Особенности конструкции

ABC с эллиптической оболочкой

Эллиптическая внутренняя оболочка из-за термоупругих напряжений, вызванных наличием ТКЛР, создает анизотропию диэлектрической проницаемости в поперечном сечении сердцевины ВС, воздействуя на нее вдоль малой и большой осей эллипса. Максимальный показатель преломления наблюдается вдоль более короткой оси, а минимальный вдоль длинной оси эллипса.

ABC типа Panda

В ВС с заданными механическим напряжением типа Panda применены создающие напряжение круглые или близкие к круглому сечению детали. Напряжения возникают за счет введения в ВС по обе стороны сердцевины на некотором от нее расстоянии симметрично двух нагружающих стержней. В процессе вытяжки, благодаря им, возникают остаточные напряжения, прикладываемые к сердцевине, в результате чего в ней возникает некоторая разность показателей преломления мод.

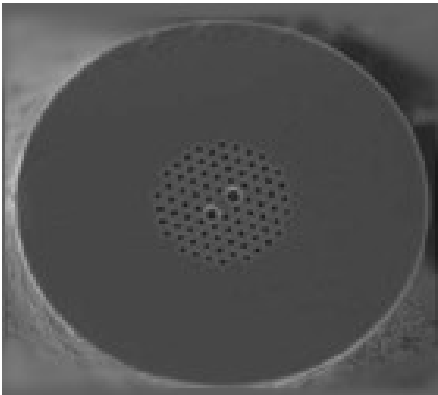
ABC типа «галстук-бабочка»

ABC имеет 2 сектора из легированного кварцевого стекла, симметрично расположенных с обеих сторон сердцевины, при этом угол сектора должен составлять 90 град. , а наружный радиус «напрягающего» сектора – 0,75 от наружного радиуса анизотропного ВС.

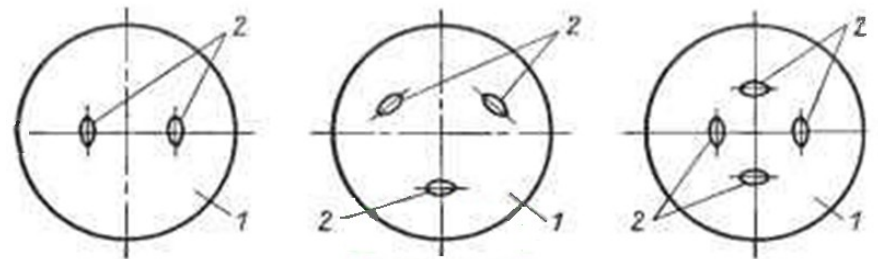
Другие типы

Многоканальные АВС с 2 и 4 идентичными слабосвязанными каналами в общей оболочке из кварцевого стекла

ФКС типа PANDA



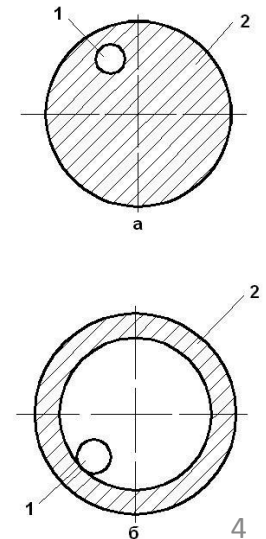
Crystal-fibre, Дания



Конструкция АВС со спиральным распределением сердцевин в оптической оболочке:

а-поперечное сечение ВС со сплошной оптической оболочкой, б-поперечное сечение ВС с цилиндрической оптической оболочкой.

1-сердцевина из SiO, легированного GeO; 2-кварцевая оптическая оболочка.



Технологии изготовления анизотропных световодов

АВС с эллиптической сердцевиной

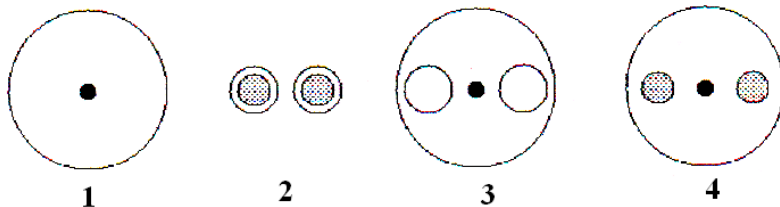
Метод сжатия трубки в штабик-заготовку при пониженном давлении и метод плоской шлифовки исходной круглой заготовки с двух противоположных сторон. При последующем зонном нагреве шлифованная заготовка приобретает снаружи опять круглую форму, но при этом происходит внутренняя деформация сердцевины в виде эллипса.

АВС типа «галстук-бабочка»

Метод MCVD:

- формирование «напрягающей» оболочки;
- травление «напрягающей» оболочки;
- осаждение слоя буферной оболочки;
- формирование сердцевины;
- схлопывание с формированием «напрягающих» секторов.

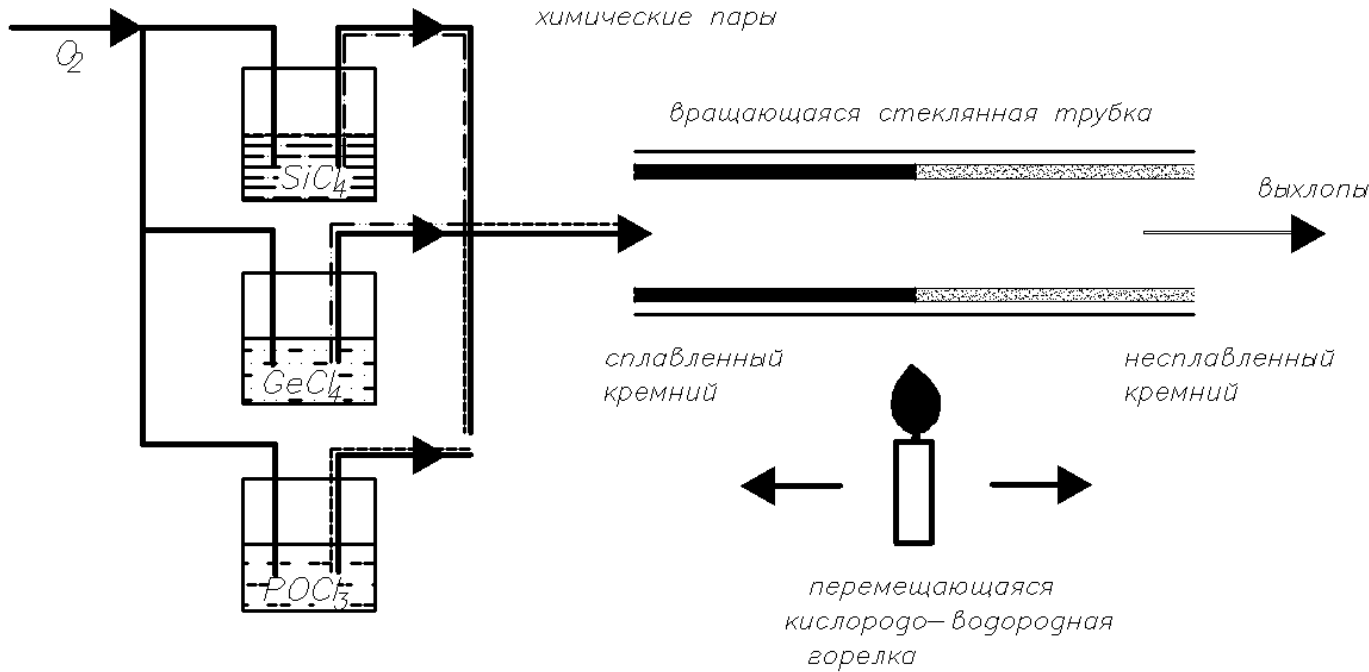
АВС типа «PANDA»



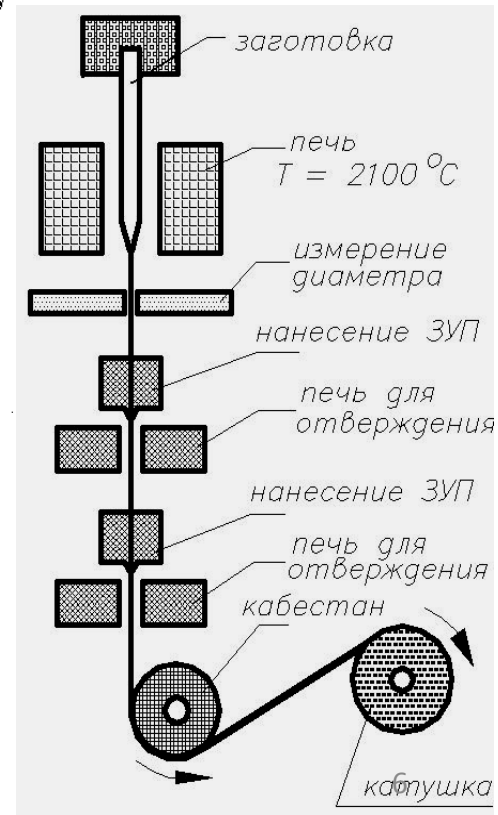
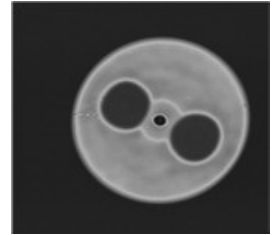
- 1 – изготовление материнской заготовки,
- 2 – изготовление нагружающих элементов,
- 3- формирование отверстий в материнской заготовке,
- 4 – сборка общей заготовки и вытяжка ВС.

Технологии изготовления анизотропных световодов

Метод MCVD



Вытяжка ВС

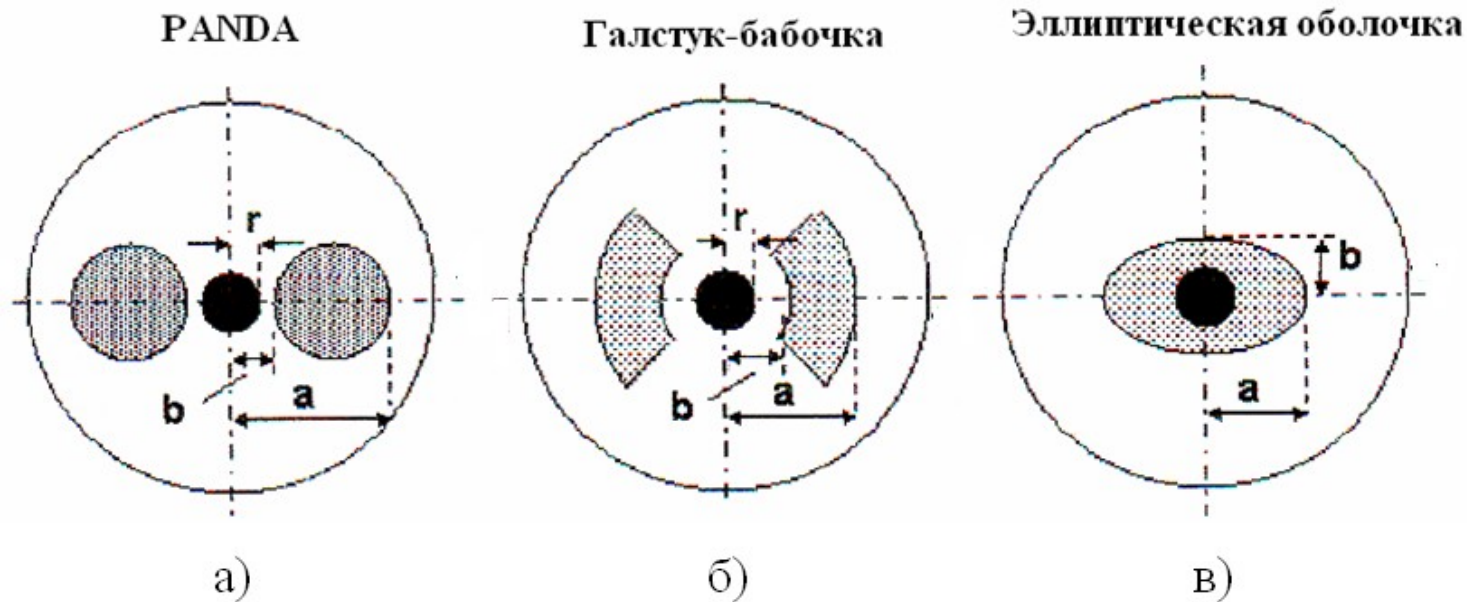


Сопоставление параметров различных типов АВС

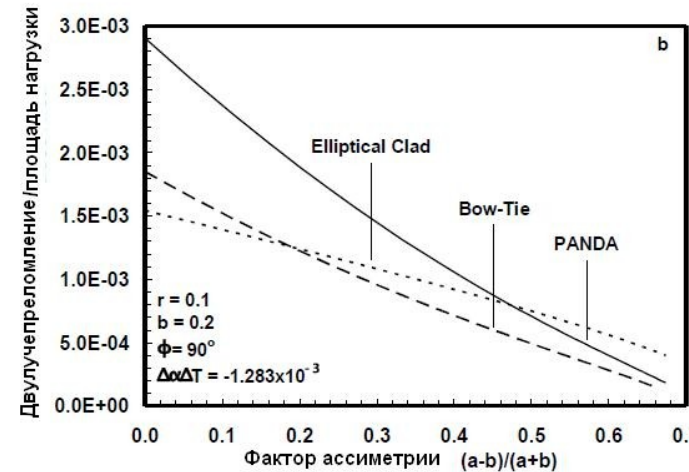
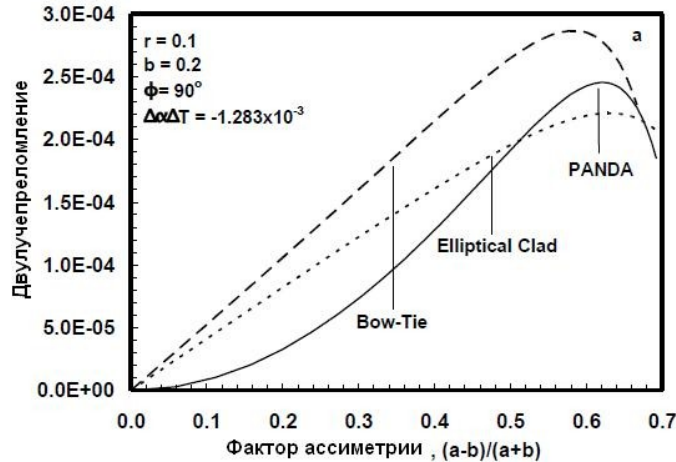
| Параметры | PANDA PM850G-80 | Галстук- бабочка HB800G | Эллиптическая оболочка FS-PM-4611 |
|---|------------------------|-------------------------------|---|
| Рабочая длина волны, нм | 850 | 830 | 820 |
| Длина волны отсечки, нм | 690-730 | 680-780 | < 780 |
| Числовая апертура | 0,15-0,18 | 0,14-0,18 | 0,13 |
| Диаметр модового пятна, мкм | 4,2 | 4,2 | 5,3 |
| Затухание на раб. длине волны, дБ/км | 3,0 | < 5 | <5 |
| Диаметр волокна, мкм | 80-80,4 | 79-81 | 80 |
| Диаметр покрытия, мкм | 166,6-167,1 | 166-184 | 165 |
| Неконцентричность, мкм | 0,18-0,42 | <0,5 | - |
| Длина биения, мм | < 1,4 | < 1,5 | <1,66 |
| h-параметр, м ⁻¹ | $1,23 \times 10^{-5}$ | - | $< 5 \times 10^{-5}$ |
| Тип покрытия | Двойное, акрилатное | Двойное акрилатное | - |

Выбор типа конструкции ABC

Из всех ABC, высокое ДЛП дают только три: эллиптическая сердцевина, «галстук-бабочка» и PANDA. Каждый из этих типов имеет свои преимущества, касающиеся однородности распределения напряжения, максимального достижимого двулучепреломления и простоты изготовления. Для каждой конструкции можно определить оптимальные параметры: размеры и местоположение нагружающих элементов.



Выбор типа конструкции АВС



Сравнение ДЛП и наведенного напряжения в АВС

- Увеличение ДЛП при увеличении фактора асимметрии приводит к его ухудшению.
- ВС типа «галстук – бабочка» имеет самое высокое ДЛП по сравнению с двумя другими типами.
- Максимумы в двулучепреломлении ВС «галстук – бабочка» происходят при самом низком факторе асимметрии по сравнению с другими типами.

Выбор типа конструкции АВС

Лучшая мера оценки использования напряжения в трех конструкциях - отношение двулучепреломления к площади области напряжения. Чтобы получить большое ДЛП, необходимо обеспечить высокие уровни напряжения в ВС. Достижение таких высоких уровней напряжения создает проблемы во время производства и поэтому, важно использовать напряжения эффективно.

Среди трех конструкций «галстук-бабочка» - наилучший, а ВС с эллиптической оболочкой – наихудший с точки зрения достижения высокого ДЛП, но с точки зрения эффективности использования площади напряжений, все наоборот. Получается, что ВС типа PANDA обеспечивает оптимальные характеристики.

В ВС типа PANDA производство преформы и стержней происходит отдельно друг от друга, обеспечивая независимый контроль свойств поляризации ВС и других оптических особенностей. Из одной заготовки можно вытянуть 50-100 км ВС, тогда как других типов ВС можно вытянуть только 15-20 км.

ВС типа PANDA предпочтителен вследствие того, что он оптимален с точки зрения получения высокого ДЛП и эффективного использования областей напряжения. При правильном подборе состава нагружающих элементов могут быть изготовлены ВС, сопоставимые и даже лучше, чем «галстук-бабочка» и ВС с эллиптической оболочкой.

Т.к. производство сердцевины и нагружающих стержней в ВС типа PANDA разделено, это дает существенное преимущество по однородности свойств, устойчивости и увеличению размера заготовки для больших объемов производства, что позволяет снизить их стоимость и делает данный тип конструкции оптимальным для производства ВОГ.