

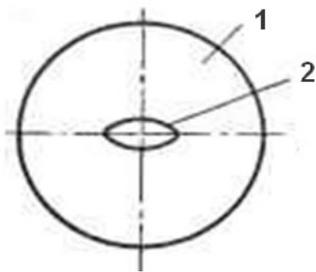
УМК

Специальные волоконные  
световоды

**Тема 7. АНИЗОТРОПНЫЕ ОДНОМОДОВЫЕ  
СВЕТОВОДЫ**

# Типы конструкции АВС

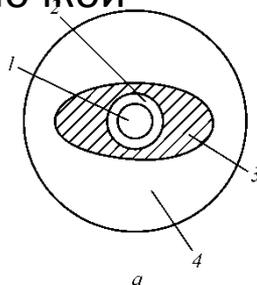
ДЛП обусловлено эллиптической формой сердцевины



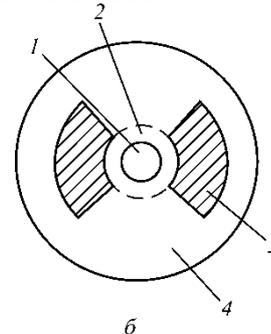
1-цилиндрическая оптическая оболочка;  
2-эллиптическая сердцевина

ДЛП обусловлено анизотропией напряжений в круглой сердцевине

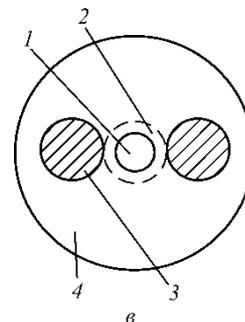
с «напрягающей» эллиптической оболочкой



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.

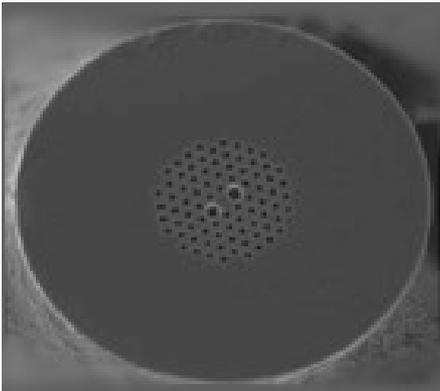
## ABC типа «галстук-бабочка»

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.

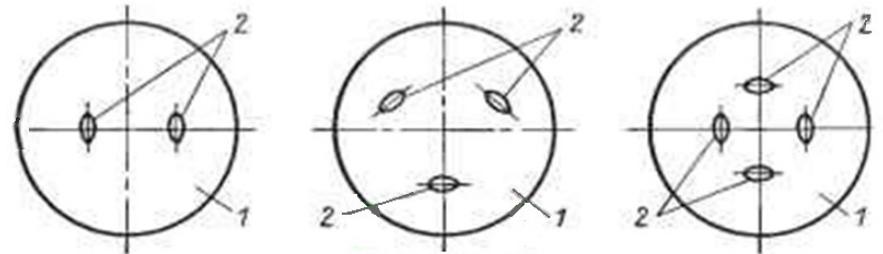
## Другие типы

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

## ФКС типа PANDA



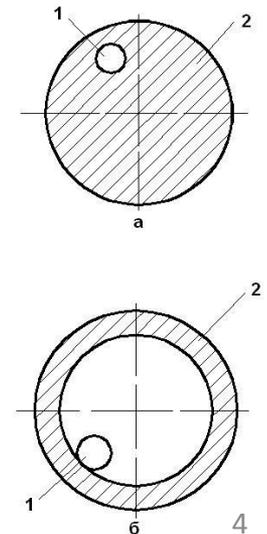
Crystal-fibre, Дания



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

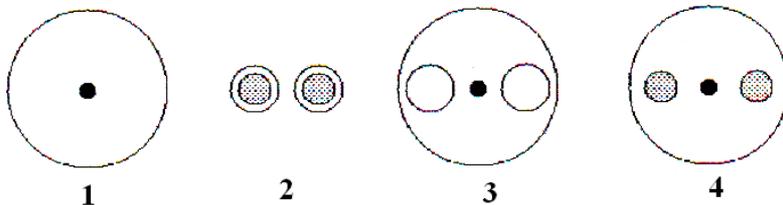
Метод сжатия трубки в штабик-заготовку при пониженном давлении и метод плоской шлифовки исходной круглой заготовки с двух противоположных сторон. При последующем зонном нагреве шлифованная заготовка приобретает снаружи опять круглую форму, но при этом происходит внутренняя деформация сердцевины в виде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

### АВС типа «галстук-бабочка»

Метод MCVD:

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

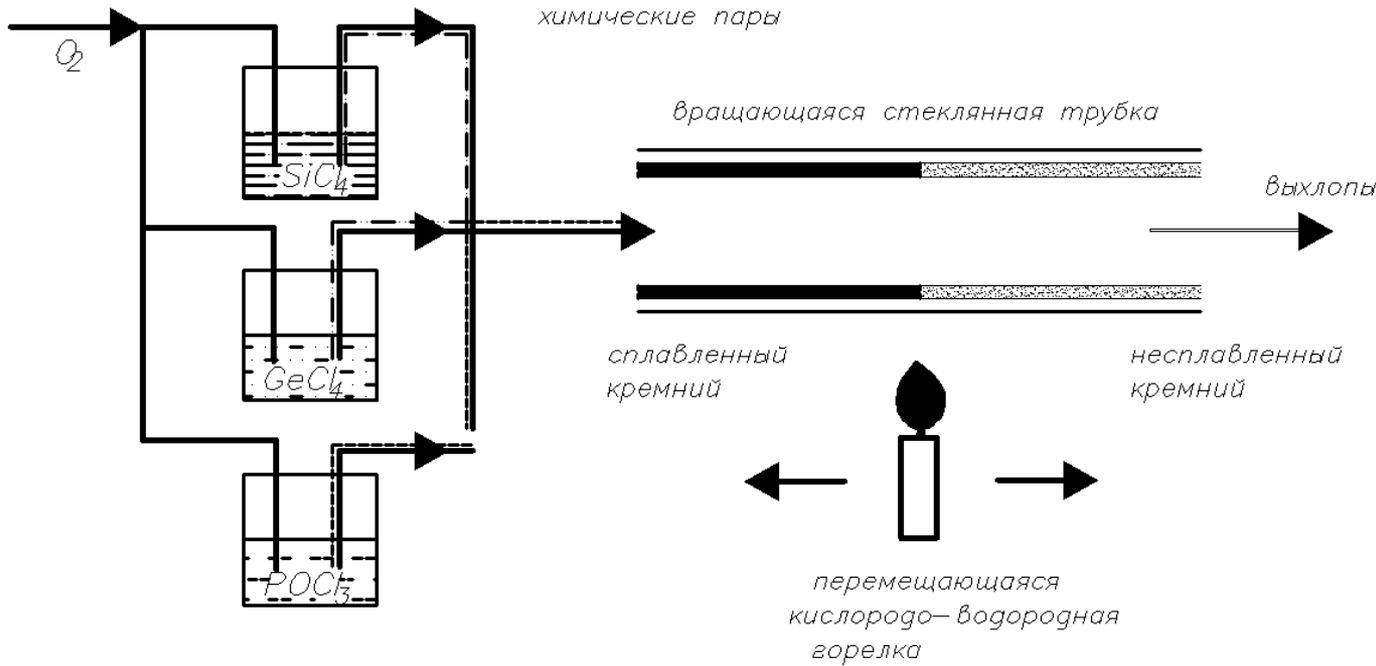
### АВС типа «PANDA»



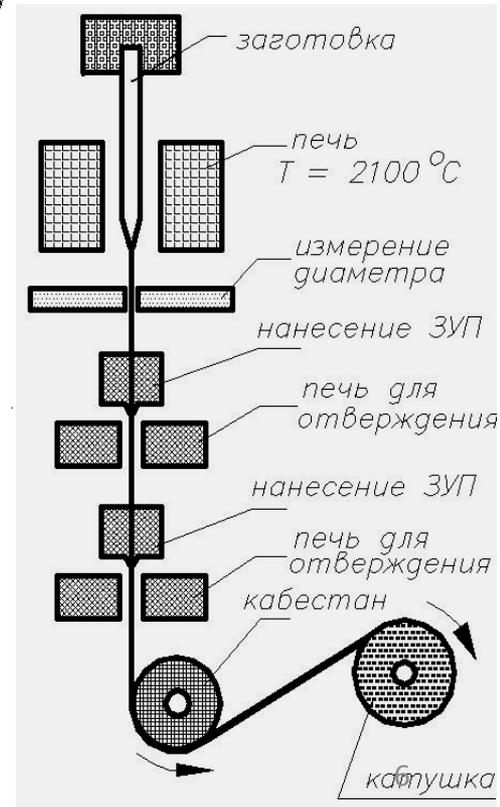
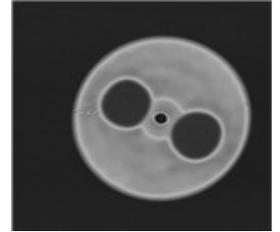
- 1 – изготовление материнской заготовки,
- 2 – изготовление нагружающих элементов,
- 3- формирование отверстий в материнской заготовке,
- 4 – сборка общей заготовки и вытяжка ВС.

# Технологии изготовления анизотропных световодов

## Метод MCVD



## Вытяжка ВС

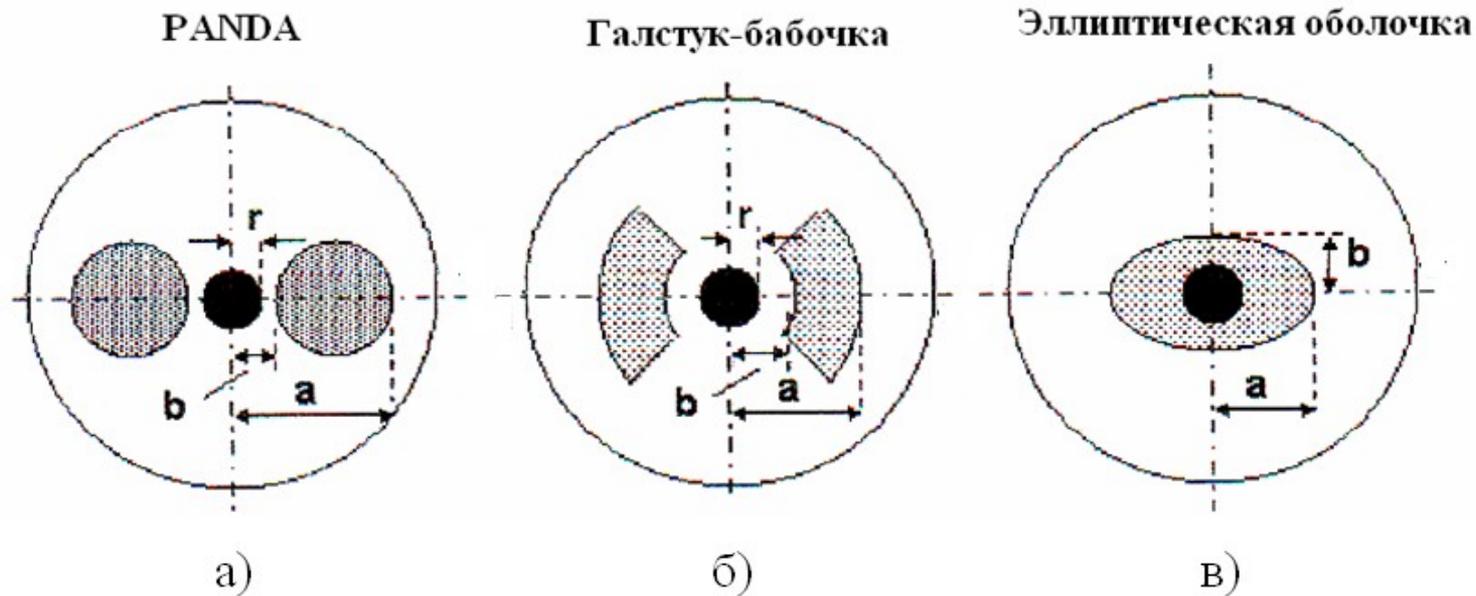


## Сопоставление параметров различных типов АВС

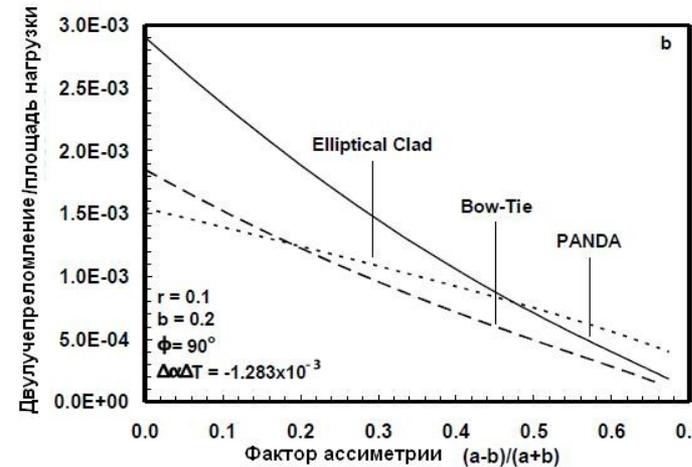
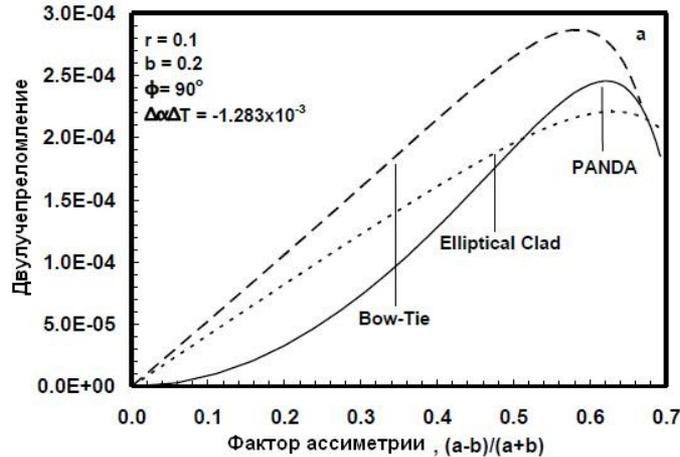
Параметры	PANDA PM850G-80	Галстук- бабочка HB800G	Эллиптическая оболочка FS-PM-4611
Рабочая длина волны, нм	850	830	820
Длина волны отсечки, нм	690-730	680-780	< 780
Числовая апертура	0,15-0,18	0,14-0,18	0,13
Диаметр модового пятна, мкм	4,2	4,2	5,3
Затухание на раб. длине волны, дБ/км	3,0	< 5	<5
Диаметр 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 <sup>-1</sup>	$1,23 \times 10^{-5}$	-	$< 5 \times 10^{-5}$
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.