

Монтажные кабели – малые расстояния, большая механическая гибкость – выполняются в виде жгутов или плоских лент – ступенчатое многомодовое волокно (100/200 мкм), длина волны 0,85 мкм.

Методы изготовления оптических волокон

– *тигельные* (осаждение из жидкой фазы) – изготовление волокон из стекол с низкой температурой плавления (1000...1200° С) – потери 3...4 дБ/км;

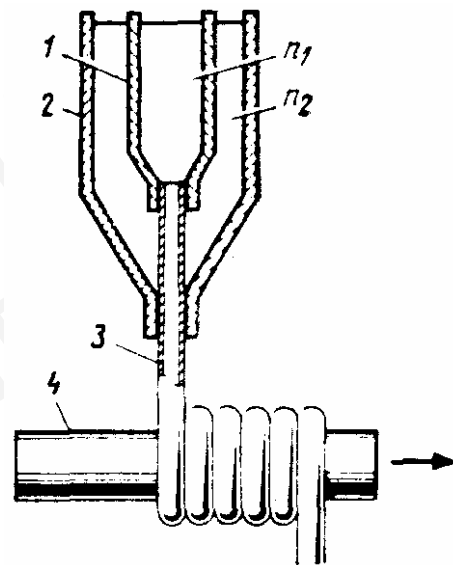
– *методы осаждения из газовой фазы* – изготовление волокон из стекол с высокой температурой плавления (порядка 1500° С) – потери 0,4...0,5 дБ/км.

Требования: строгий контроль чистоты исходных материалов и исключение попадания посторонних веществ в течение всего технологического процесса.

Метод *двойного тигля* – волокно формируется путем непрерывного вытягивания из расплава, получаемого в платиновом подогреваемом сосуде (тигле), через фильтр в его дне.

Двухслойное волокно получается при помощи двух тиглей, окружающих один другой. Внутренний тигель (1) формирует сердцевину волокна из стекла с показателем преломления n_1 , внешний (2) – оболочку из стекла с показателем преломления n_2 .

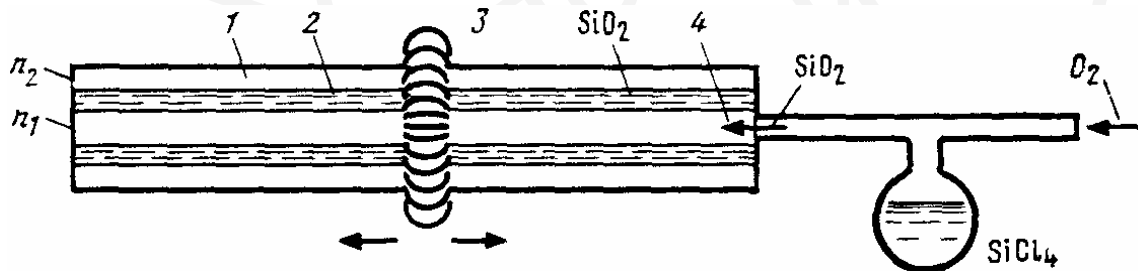
Получаемое таким образом двухслойное волокно (3) наматывается на приемный барабан (4).



Химическое осаждение из газовой фазы выполняется в два этапа:

– создание двухслойной кварцевой заготовки; – вытягивание волокна.

Внутри полой кварцевой трубки (1) (длина 0,5...1 м, диаметр 16...18 мм, показатель преломления n_2) подается хлорированный кварц SiCl_4 и кислород O_2 .



В результате химической реакции при высокой температуре (1500...1700°C), создаваемой нагревательной спиралью (3), на внутренней поверхности трубки слоями (2) осаждается чистый кварц SiO_2 (4).

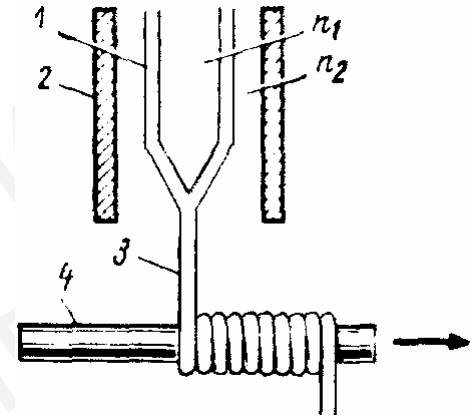
Так заполняется вся внутренняя полость трубки, кроме самого центра. Для устранения этого воздушного канала температура повышается до 1900 °C и происходит схлопывание трубчатой заготовки в сплошную цилиндрическую.

Чистый осажденный кварц становится сердечником оптического волокна с показателем преломления n_1 , а сама трубка выполняет роль оболочки с показателем преломления n_2 .

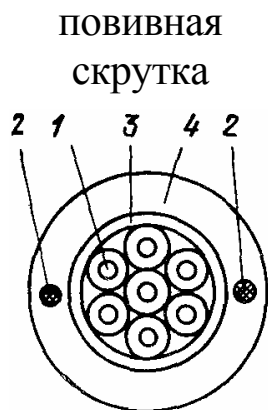
Затем в печи (2) производится размягчение стекла и вытяжка волокна (3) из заготовки (1) и намотка его на приемный барабан (4).

Из заготовки диаметром 20 мм и длиной 500 мм получается 40...50 км волокна диаметром 100 мкм; отрезок этого волокна длиной 1 км, намотанный на цилиндр диаметром 30 см с шагом 5 волокон на мм, занимает 20 см его длины, а его вес не превышает 20 г.

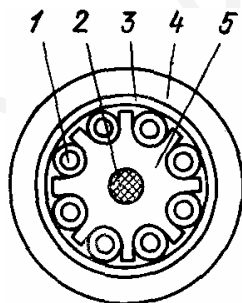
Достоинством тигельного метода является простота технологии и непрерывность процесса изготовления волокна. Однако метод осаждения из газовой фазы обеспечивает лучшее качество сердечника волокна и позволяет получать градиентное волокно за счет изменения степени легирования кварца.



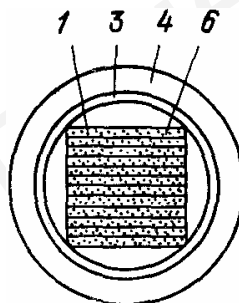
Типовые конструкции оптических кабелей



с профилированным сердечником



ленточного типа



- 1 – оптические волокна;
- 2 – силовые элементы;
- 3 – внутренняя оболочка;
- 4 – полиэтиленовая оболочка;

5 – профилированный пластмассовый сердечник;

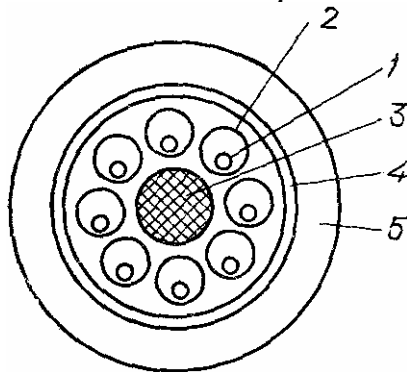
6 – лента с волокнами.

Кабели повивной скрутки – каждый последующий повив сердечника по сравнению с предыдущим имеет на шесть волокон больше; обычно волокна свободно располагаются в пластмассовых трубках; число волокон 7, 12 и 19.

Кабели с профилированным сердечником – пазы сердечника располагаются по геликоиде (одному из видов винтовой поверхности), поэтому волокна не испытывают продольного воздействия на разрыв; число волокон 4, 6, 8 и 10.

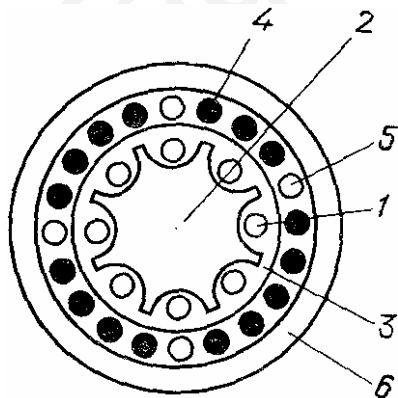
Кабели ленточного типа – состоят из стопки плоских пластмассовых лент (6, 8 или 12 лент), в которых располагаются обычно 12 волокон.

Кабели городской связи



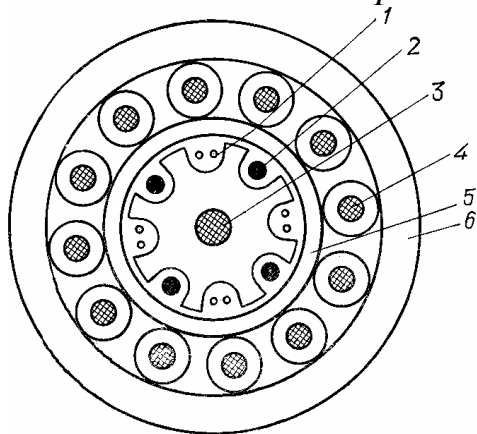
- 1 – оптические волокна;
- 2 – пластмассовые трубки;
- 3 – упрочняющий силовой элемент из нитей СВМ (синтетическая высокомолекулярная пластмасса);
- 4 – лавсановая лента;
- 5 – пластмассовая оболочка.

Кабели зонной связи



- 1 – оптические волокна;
- 2 – профилированный пластмассовый сердечник;
- 3 – обмоточная лавсановая лента;
- 4 – бронепроволоки;
- 5 – медные проволоки;
- 6 – полиэтиленовая оболочка.

Кабели магистральной связи



- 1 – оптические волокна;
 2 – медные проволоки для дистанционного питания;
 3 – силовой элемент;
 4 – стальные бронепроволоки;
 5,6 – внутренняя и наружная пластмассовые оболочки.

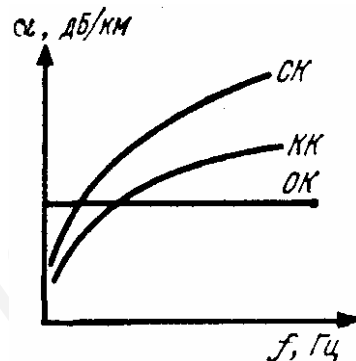
Сравнение направляющих систем и перспективы их развития

Основные показатели различных направляющих систем передачи

Направляющая система	Затухание			Внешнее поле	Диапазон частот, Гц	Длина волны	Класс волны
	α_m	α_d	$\alpha_{и}$				
Воздушная линия	+	+	+	+	до 10^5	км	ТЕМ
Симметричный кабель	+	+	+	+	до 10^6	100 м	ТЕМ
Коаксиальный кабель	+	+	–	–	до 10^8	м	ТЕМ
Оптический кабель	–	+	–	–	$10^{14} \dots 10^{15}$	мкм	ЕН и НЕ

По *частотному диапазону* – наиболее широкие возможности у оптических и коаксиальных кабелей. Весьма ограниченный диапазон имеют симметричные цепи как воздушные, так и кабельные.

По *затуханию* – у симметричных кабелей затухание резко растет с частотой; у коаксиальных – возрастает более плавно; у оптических – имеет неизменное значение во всем диапазоне используемых частот.



По *защищенности от внешних помех* – наименьшую защищенность имеют воздушные линии, чуть лучшую – симметричные кабельные, наиболее хорошо защищены от помех коаксиальные и оптические линии.

По *техничко-экономическим показателям* – стоимости одного каналокилометра – с увеличением числа каналов стоимость кан.-км снижается → экономичность системы прямо пропорциональна ее широкополосности: самой дешевой является связь по световоду и волноводу, затем по коаксиальному кабелю, самая дорогая связь – по воздушным линиям.

Целесообразность применения того или иного типа линии связи во многом зависит от необходимого числа каналов на проектируемой магистрали.

Тип линии	воздушная	симметричная	коаксиальная	волноводная	оптическая
Число каналов	≤ 50	50...500	$\leq 30\ 000$	$> 30\ 000$	> 1000

Наиболее перспективными являются *коаксиальные* и *оптические* кабели из-за большой пропускной способности и хорошей защищенности от помех.

Дополнительным достоинством оптических кабелей являются малые габариты и масса, а также отсутствие потребности в цветных металлах.

Воздушные линии не могут рассматриваться в числе перспективных из-за плохой защищенности от внешних и взаимных помех и малоканальности.

Перспективы развития типов линий связи и области их использования

Для *магистральной сети* в настоящее время основным средством является коаксиальный кабель. По мере удешевления производства одномодовых оптических кабелей и улучшения их характеристик (затухания, пропускной способности, срока службы) они будут постепенно вытеснять коаксиальные.

Для *зоновой сети* наряду с симметричными кабелями получают широкое развитие градиентные многомодовые оптические кабели.

На *городских сетях* строительство всех новых соединительных и межстанционных линий будет осуществляться на базе оптических кабелей.

Получит развитие абонентская оптическая связь многоцелевого назначения с предоставлением дополнительных услуг – заказная система кабельного телевидения, вещание, видеотелефон, передача компьютерных данных.