

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.3 - С. 26 -29

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО

*Зайкен С.С.,
Жетписбаева А.Т.,
Хамзина Б.Е.*

В данной статье рассматривается влияние показателя преломления окружающей среды на оптическое волокно. Исследуется влияние показателя преломления окружающей среды на наклонные волоконные Брэгговские решетки и перспективы исследования.

Ключевые слова: оптическое волокно, показатель преломления, окружающая среда.

В настоящее время волоконно-оптические линии связи прочно занимают свои позиции и интенсивно развиваются в телекоммуникации. Связь по оптическим кабелям приобретает все большую актуальность и является одним из главных направлений научно-технического прогресса. На современном этапе развития сетей связи используют волоконно-оптические системы, так как они обладают рядом преимуществ, таких как широкая полоса пропускания, малое затухание светового сигнала в волокне, низкий уровень шумов, высокая помехозащищенность и т.д. Однако, оптическое волокно подвержено различному роду воздействий и нагрузкам, как влага, температура, радиация, внешние электромагнитные влияния, электротермическая деградация и механические воздействия. Исследуем влияние показателя преломления окружающей среды на оптическое волокно, а именно наклонные волоконные Брэгговские решетки (НВБР) иначе называемые диагональные сетки Брэгга, как широко распространенные в применении для решения ряда научных и инженерных задач [1].

Наклон модуляции показателя преломления в волоконно-оптическом сердечнике приводит к появлению совершенно новых свойств, связанных с возможностями для их развития и использования. В структурах, в которых дифракционные плоскости наклонены на некоторый угол по отношению к нормали и оси волокна, имеется резонанс длин волн, связанный с соединением части входного сигнала к моду ядра, так и с рядом резонансов, вызванных соединением входного сигнала к так называемым модам оболочки одномодового волокна. Несмотря на то, что волокно с созданной в

нем структурой Брэгга является одномодовым, это распространяет в нем ряд мантийных модов, некоторые из которых являются просачивающимися модами. Размещение в одномодовом волокне этих типов структур приводит к тому, что часть света также излучается через мантийную моду в окружающую среду. С точки зрения их применения, это возможность формировать их спектральные характеристики передачи в очень большом спектральном диапазоне. Потенциал применения волоконно-оптических «наклонных» периодических структур в качестве датчиков физических и химических величин, обусловлен их малыми размерами и нечувствительностью к электромагнитным помехам [2].

Структуры наклонных волоконных Брэгговских решеток чувствительны к изменению показателя преломления среды, которая окружает оптическое волокно [3].

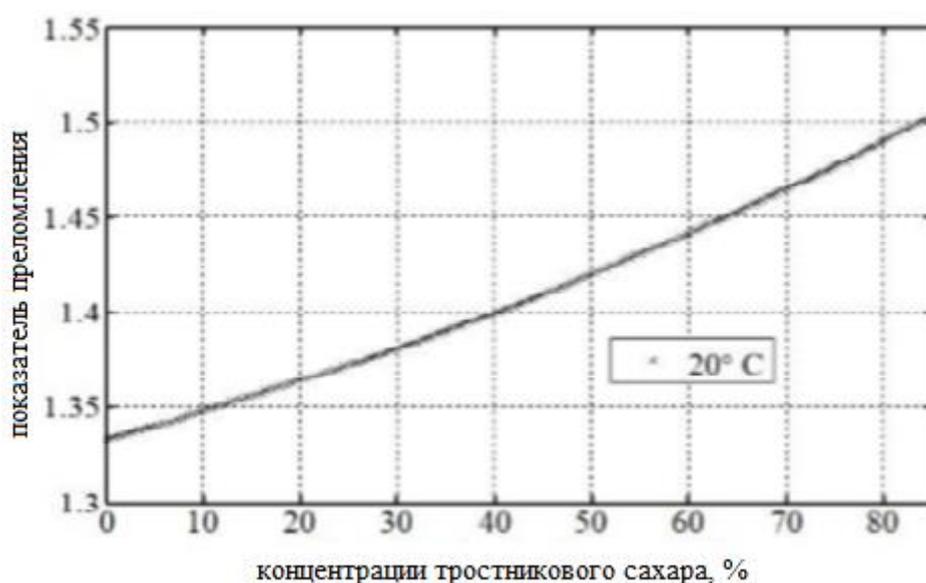


Рисунок 1. Зависимость показателя преломления среды от концентрации сахара

Проведение исследования показателя преломления окружающей среды требует подготовки соответствующих растворов с известным и контролируемым показателем преломления. Это возможно, например, путем изготовления водных растворов веществ, концентрация которых влияет на значение показателя преломления окружающей среды. Рассмотрим, водный раствор тростникового сахара. Показатель преломления раствора определен, его значение в основном зависит от процентной концентрации сахара и температуры (таблица 1). График, показывающий зависимость показателя преломления такой среды от концентрации тростникового сахара в воде, показан на рисунке 1. Видно, что повышение уровня сахара приводит к увеличению показателя преломления. Примеры характеристик передачи структуры НВБР с углом наклона 6° были собраны на одном рисунке (2) для различных значений процентной концентрации.

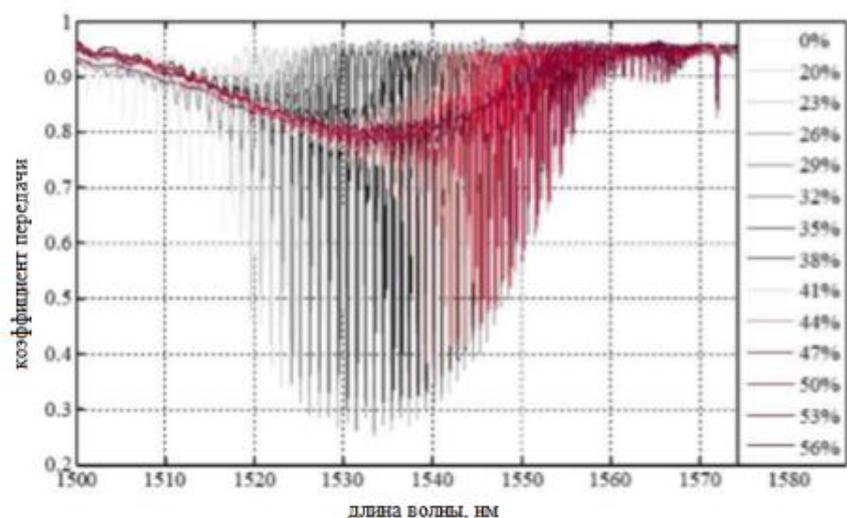


Рисунок 2. Изменение спектральной характеристики НВБР

Исследуем раствор с различными значениями показателя преломления. Для этого разводим тростниковый сахар в воде с разной концентрацией. Значения концентрации и масса сахара является постоянной и задана в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. Данные раствора.

% концентрации	Масса раствора	Масса вещества (сахара)	Показатель преломления
0	100	0	1.3330
1.	101,01	1,01	1.3344
2.	102,04	2,04	1.3359
3.	103,09	3,09	1.3374
4.	104,17	4,17	1.3388
5.	105,26	5,26	1.3403
6.	106.38	6.38	1.3418
7.	107.53	7.53	1.3433
8.	108.7	8.7	1.3448
9.	109.89	9.89	1.3464
10.	111.11	11.11	1.3479
11.	112.36	12.36	1.3494
12.	113.64	13.64	1.3510
13.	114.94	14.94	1.3526
14.	116.28	16.28	1.3541
15.	117.65	17.65	1.3557
16.	119.05	19.05	1.3573
17.	120.48	20.48	1.3590
18.	121.95	21.95	1.3606
19.	123.46	23.46	1.3622
20.	125.00	25.00	1.3639

21.	126.58	26.58	1.3655
22.	128.21	28.21	1.3672
23.	129.87	29.87	1.3689
24.	131.58	31.58	1.3706
25.	133.33	33.33	1.3715
26.	135.14	35.14	1.3740
27.	136.99	36.99	1.3758
28.	138.89	38.89	1.3775
29.	140.85	40.85	1.3793
30.	142.86	42.86	1.3811

На рисунке 2 можно отметить характерное исчезновение мод более высоких порядков по мере увеличения концентрации раствора. Это связано с утечкой мантийных модов, последовательно от самого высокого до самого низкого радиального числа, с увеличением концентрации раствора и связанным с ним показателем преломления и в соответствии с соотношением, представленным на рисунке 1. Изменение спектральных характеристик НВБР в результате изменений показателя преломления исследуемой жидкости может быть использовано для предотвращения чувствительности системы от изменений температуры и колебаний мощности источника света. [2].

Таким образом, анализ исследований подтверждает, что показатель преломления окружающей среды влияет на прохождение сигнала по оптическому волокну. Исходя из этого, в перспективе, в нашем исследовании, в качестве объекта исследования нами выбран одномодовый оптический кабель без покрытия, а в качестве окружающей среды- водный раствор с разной концентрацией сахара. Различная концентрация сахара в водном растворе позволяет продемонстрировать изменение его показателя преломления и выявить их влияние на оптическое волокно.

Список литературы

1. K.A.Tomyshev, E.S.Manuilovich, D.K.Tazhetdinova, E.I.Dolzhenko, O.V.Butov. High-precision data analysis for TFBG-assisted refractometer. <https://library.kazatu.kz:2082/science/article/pii/S0924424719316292>
2. Piotr Kisała. Światłowodowe struktury periodyczne o pochyłonej modulacji współczynnika załamania: właściwości i zastosowania. Lublin 2019.
3. Zhang X., Peng W., Liu Y., Pan L., Core-cladding mode recoupling based fiber optic refractive index sensor. Optics Communications 294, 188-191 (2013). doi: 10.1016/j.optcom.2012.12.065