

Оспанова Н.А.,  
Жетпісбаева А.Т.,  
Құлақаева А.Е.

**Исследование динамики  
коэффициента пропускания  
оптического волокна от  
времени раздавливающей  
нагрузки при температуре  
-60°C**

В данной работе исследована способность пропускания сигнала в многомодовом оптическом волокне, при влиянии на него раздавливающей силы при разных эксплуатационных температурах. Исследование проводилось на основе экспериментальной установки, собранной в виде схемы для измерения длительности импульса излучения в многомодовом оптическом волокне от температуры. Коэффициенты ослабления многомодового оптического волокна измерялись через 6 суток после испытаний при одинаковой нагрузке и различных температурных режимах. Различный температурный режим, в частности, позволяет оценить пригодность многомодового оптического волокна для эксплуатации при различных климатических условиях.

**Ключевые слова:** многомодовое оптическое волокно, коэффициент ослабления, раздавливающая сила, температура, волоконно-оптический кабель.

Ospanova N.A.,  
Zhetpisbaeva A.T.,  
Kulakaeva A.E.

**Research of dynamics of  
transmission coefficient of  
multimode optical fiber from  
time of the crushing load at  
temperature -60°C**

In this article we investigated ability of the transmission signal in multimode optical fiber, at influence on it crushing force at different operating temperatures. Research was conducted on the basis of the experimental installation, collected as circuit for measure of duration of radiation impulse from temperature in multimode optical fiber. The attenuation coefficients of multimode optical fibers were measured the same load and different temperature conditions after 6 days of the test. Different temperature condition, in particular, to allows estimate suitability of multimode optical fiber for use in different climatic conditions.

**Key words:** multimode optical fiber, the attenuation coefficients, crushing force, temperature, fiber optical cable.

Оспанова Н.А.,  
Жетпісбаева А.Т.,  
Құлақаева А.Е.

**Көп модалық оптикалық  
талшықтың өткізу  
коэффициент динамикасының  
-60°C температурада  
жаншитын жүктемеге уақыт  
бойынша тәуелділігін зерттеу**

Берілген жұмыста әртүрлі жағдайлардағы температураларда жаншитын күштің әсері кезіндегі көпмодалық оптикалық талшықтың сигналды өткізу мүмкіндігі зерттелген. Зерттеу көп модалық оптикалық талшықтан температураға байланысты импульстің ұзақтығын өлшеуге арналған эксперименталды құрылғы ретінде жинақталған сұлба негізінде жүргізілді. Көп модалық талшықтан өткен сигналдың әлсіреу коэффициенті оған жаншитын жүктеменің әсерінен кейін 6 тәуліктен соң әртүрлі температураларда өлшенді. Әртүрлі температуралық жағдайлар көп модалық оптикалық талшықтың әртүрлі климаттық жағдайларға жарамдылығын бағалауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** көп модалы оптикалық талшық, әлсіреу коэффициенті, жаншитын жүктеме, температура, талшықты-оптикалық кабель.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ОТ ВРЕМЕНИ РАЗДАВЛИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ -60°C**

### **Введение**

Требования к волоконно-оптическим кабелям в значительной степени определяются условиями их изготовления, хранения, прокладки, монтажа, эксплуатации и т.д. [1], в процессе которых волоконно-оптические кабели могут подвергаться различным внешним воздействиям: механическим, химическим, тепловым, климатическим, биологическим и т.д. Так во многих работах [2, 3, 4, 5] приведены результаты экспериментальных исследований механической прочности оптических волокон (ОВ). Волоконно-оптические кабели используются в различных климатических зонах: от высокогорных районов до глубин океана, от районов крайнего севера до субтропиков. Поэтому они должны быть стойкими к воздействию и пониженного атмосферного давления до 5,3-104 Па, и повышенной относительной влажности до 98 % при + 35 С, и к воздействию инея, росы, соляного тумана и солнечного излучения.

Актуальность данной работы состоит в определении зависимости коэффициента ослабления ОВ от времени раздавливающей нагрузки при температуре -60С, иными словами в статье рассматриваются сразу два показателя надежности ОВ, такие как: механическая прочность и температурная стойкость.

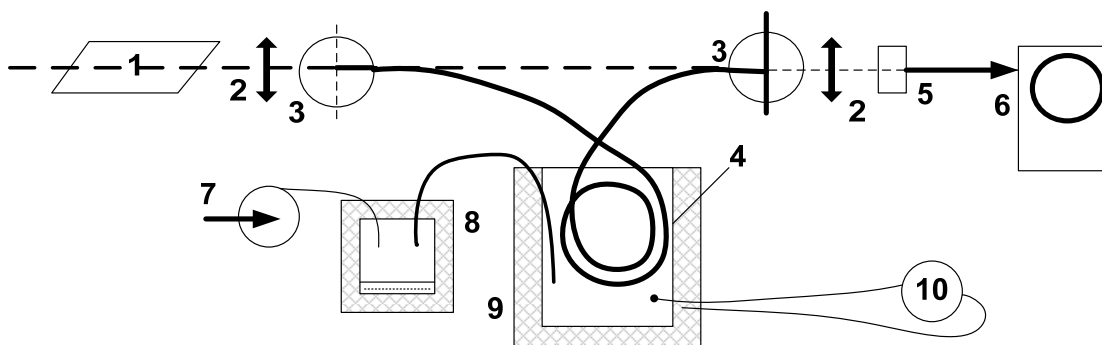
### **Эксперимент**

МОВ длиной ~1500 м находился на бухте диаметром 16 см. Бухта раскладывалась без перехлеста на нижнее деревянное основание размерами 1,0'0,1 м. Сверху ложилась такая же деревянная плита. Такая конструкция помещалась под пресс. Раздавливающее усилие определялось по манометру гидравлического пресса. Схема измерения длительности импульса излучения в МОВ от температуры представлена на рисунке 1.

Для формирования заданной температуры в теплоизолированную емкость задували испаряющийся азот из емкости с жидким азотом. Для этого на Дьюар одевали пробку с двумя металлическими трубками. В одну трубку задували воздух, а на выходе второй получали охлажденный газ. Охлажденный газ подавали внутрь термостата. Для задачи температуры термо-

стата изменяли скорость подачи холодного газа. Трубка с холодным газом теплоизолировалась.

Температуру в термостате выдерживали с помощью теплового реле.



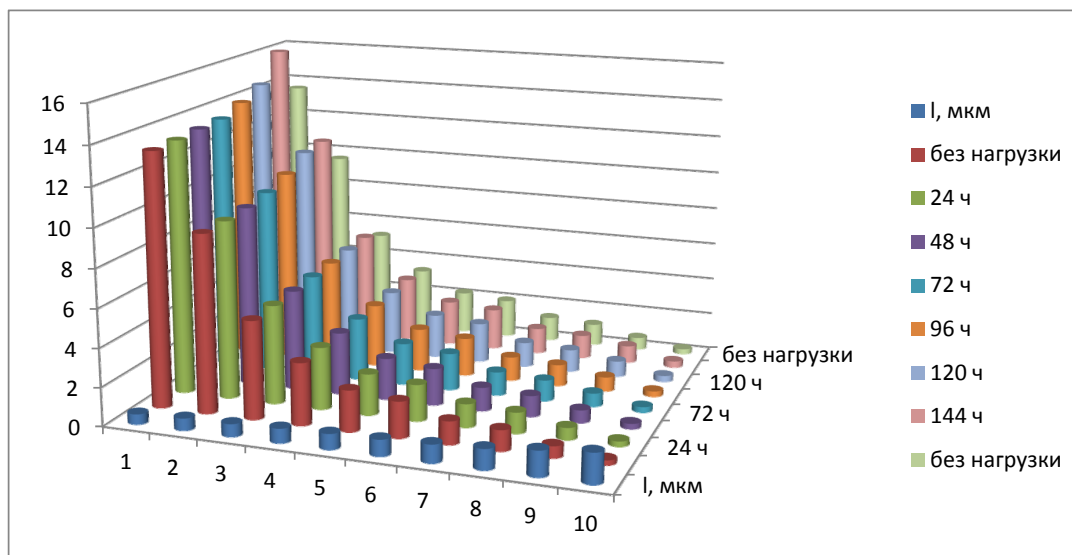
**Рисунок 1** – Схема измерения длительности импульса излучения в МОВ от температуры.

1 – неодимовый лазер (1,06 мкм) с пассивной модуляцией добротности, 2 – линза, 3 – поворотный столик с электронной системой контроля угла, 4 – бухта с световодом, 5 – ФЭК, 6 – электронный осциллограф LeCroy 440 WaveSurfer, 7 – воздушный компрессор, 8 – термос с жидким азотом, 9 – термостат, 10 – термопара

Коэффициенты ослабления на разных длинах волн определяли в заданные моменты времени. Смена длины волны излучения происходила путем установки световода в соответствующий зажим. Видно, что остаточные значения коэффициентов ослабления, в результате действия раз-

давливающего усилия, увеличилось. Изменения коэффициента ослабления в коротковолновой области значительно выше, что связано с наноразмерным характером разрушений.

Результаты измерений представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2** – Динамика коэффициентов ослабления ( $\Delta\alpha$ , дБ/км) МОВ от времени нагруженного раздавливающей нагрузкой 25 МПа МОВ при температуре «-60С»

### Обсуждение результатов

Остаточные коэффициенты ослабления МОВ через 144 часа испытаний под нагрузкой 25 МПа

при температуре «-60С» измеряли при комнатной температуре без нагрузки после прогрева МОВ. При длительном воздействии на МОВ в первые сутки испытаний происходит значитель-

ный рост ослабления. В последующие 18 суток коэффициенты ослабления на разных длинах волн монотонно увеличиваются. При этом наблюдаются значительные остаточные ослабления, обусловленные, по всей видимости, остаточными значениями изменений параметров МОВ. Абсолютные значения дополнительного ослабления в коротковолновой области больше. Это позволяет предположить, что короткие и длительные механические усилия генерируют неоднородности одинаковой природы, например, микропоры в сердцевине МОВ. Из рисунка 2 следует, что при длительном воздействии низкой температуры и раздавливающей силы происходит накопление

ослабляющих центров, что в свою очередь приводит к изменению их параметров, например, размеров и увеличение неоднородностей световода.

### Выводы

Коэффициент ослабления МОВ без нагрузки в рассматриваемой области спектра увеличился после длительного выдерживания под прессом. При совместном действии раздавливающего усилия и отрицательной температуры происходит умножение эффекта - остаточная величина коэффициента ослабления выше, чем при действии двух факторов поодиночке (или их суммы).

### References

1. Tekhnicheskiye usloviya TU 16.K12-16-97 «Kabeli opticheskiye dlya mestnykh i mezhdugorodnykh liniy svyazi VSS Rossii».
2. Grigorov V.A., Lomukhin YU.L., Chernov I.N. Vliyaniye izgibov opticheskogo volokna na zatukhaniye rasprostranyayushchegosya signala // Informatsionnyye sistemy kontrolya i upravleniya v promyshlennosti i na transporte: Sb. nauch. Trudov – Irkutsk: Izd. IrGUPS, 2009. – S. 28-34.
3. Irwin G.R., *Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate*. Trans. ASME // J. Appl. Mech. – 1957. – Vol. 24 - P. 361–364.
4. Williams M.L. On the Stress Distribution at the Base of a Stationary Crack // J. Appl. Mech. – 1957. – Vol. 24. - P. 109-114.
5. Trustrum K., Jayatilaka A. Applicability of Weibull analysis for brittle materials // J Mater Sci. – 1983. – Vol. 18. – P. 2765–2770.