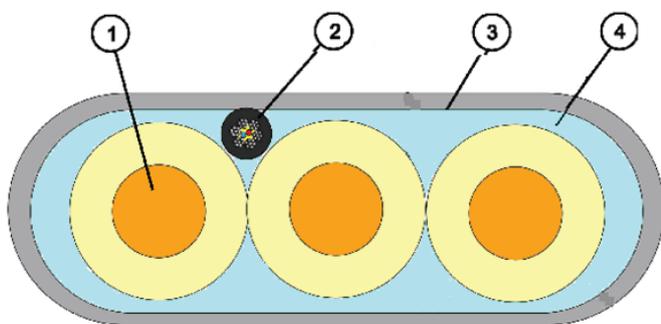


В.А. Малай, канд. военных наук, генеральный директор;  
 Ю.В. Смирнов, канд. техн. наук, заместитель  
 генерального директора;  
 ООО «НПП СТАРЛИНК»

# Геофизические кабели производства ООО «НПП СТАРЛИНК»

Использование оптических кабелей для контроля физических величин имеет уже сравнительно давнюю историю [1–3]. С их помощью возможен контроль температуры, давления, вибрации и пр. Одна из проблем в области добычи нефти – обеспечение контроля и работоспособности погружных насосов может быть решена с помощью оптических волокон, обеспечивающих возможность измерения температуры по длине кабеля в режиме «on-line».

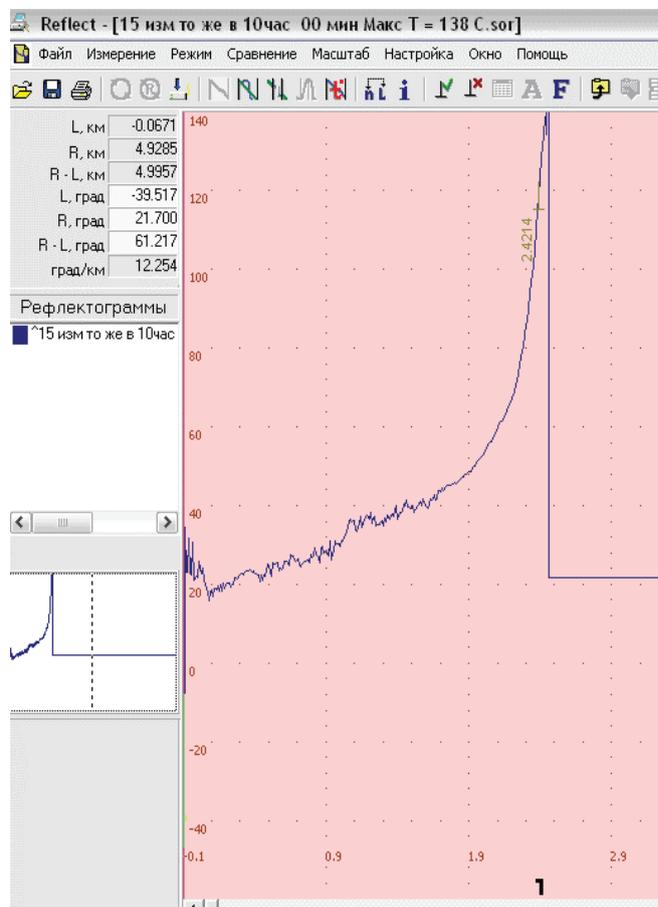
В качестве базовой для электрооптического кабеля была применена конструкция плоского электрического кабеля для питания погружных насосов типа КПвТВП, в нее встраивался волоконно-оптический кабель-датчик (ВОД), выполненный на основе гибкой стальной бронированной трубки, покрытый термостойкой полимерной оболочкой (рис. 1).



**Рис. 1.** Электрооптический кабель для питания погружных насосов: 1 – электрические жилы  $S = 16 \text{ мм}^2$ ; 2 – волоконно-оптический кабель-датчик; 3 – броневое покрытие – стальная лента; 4 – нетканое наполнение (буфер под броню)

Электрооптический кабель прошел годовые испытания на действующей скважине и показал отличные результаты в части оптических и механических характеристик. Прироста затухания в кабеле не наблюдалось. Максимальная длина изготовленных образцов кабелей составляла 4,2 км. Допустимая рабочая температура  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  на кабеле была достигнута при его эксплуатации.

Снятые при эксплуатации электрооптического кабеля рефлектограммы обратного рамановского рассеивания, позволяют определить изменение его температуры по глубине скважины и тем самым контролировать режим работы (рис. 2).



**Рис. 2.** Типичная картина распределения температуры по длине электрооптического кабеля внутри скважины при эксплуатации (максимальная температура около  $140 \text{ }^\circ\text{C}$  на глубине около 2000 м)

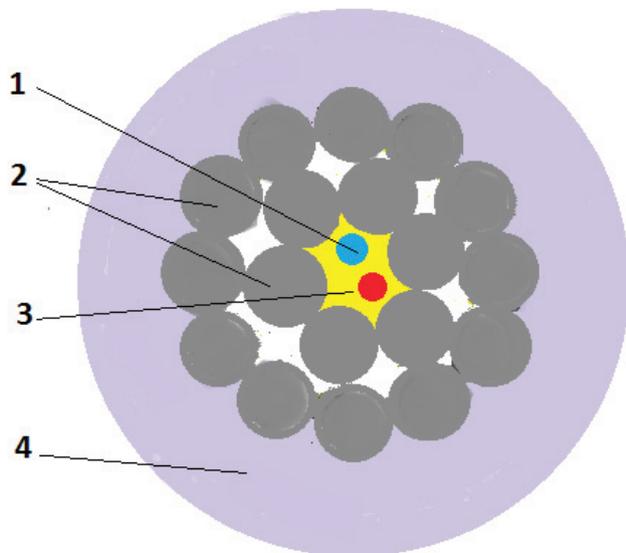


Рис. 3. Волоконно-оптический датчик с двойной проволочной броней из стальных канатных проволок диаметром и оболочкой из термостойкого полимера: 1 – одномодовые волокна; 2 – броневые покрытия; 3 – внутримодульный гидрофоб; 4 – термостойкий полимер

С точки зрения конструкции ВОД может представлять собой готовое кабельное изделие в круглой броне, как с одной, так и с двумя бронированными повивами стальных канатных проволок. Они способны самостоятельно эксплуатироваться в различных условиях, сохраняя при этом функции ВОД. В настоящее время изготовлена такая конструкция (рис. 3, 4). В обоих бронированных слоях использована проволока диаметром 0,8 мм и оболочка из блок-сополимера.

При испытаниях на растяжение ВОД при удлинении 0,5 % выдерживал нагрузку 11 кН. При этом приращения затухания не наблюдается.

Эксплуатационные испытания продолжаются. В дальнейшем предполагается применить промежуточную оболочку между бронированными слоями, который решит проблему продольной герметизации. В качестве материала будет использован современный термостойкий и нефтестойкий материал Victrel.

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

Количество волокон	до 4 шт.
Затухание на длине волны 1,55 мкм	до 0,2 дБ/км
Диаметр по броневому покрытию	4,2 мм
Наружный диаметр	7,8 мм
Радиус изгиба	160 мм
Масса кабеля	130 кг/км
Допустимое долговременное растягивающее усилие	до 6 кН
Температурный диапазон	от минус 40 до 150 °С
Разрывное усилие	около 20 кН

Достаточно подробное описание представленных волоконно-оптических кабелей-датчиков и технологии их изготовления приведены в следующих патентах РФ:

- Патент РФ № 56007 «Оптический кабель».
- Патент РФ № 2371794 «Способ изготовления волоконно-оптического металлического модуля и устройство для его реализации».
- Патент РФ 109 907 U1 «Электрооптический кабель для установок погружных насосов».



Рис. 4. Внешний вид ВОД

### ЛИТЕРАТУРА

1. Малай А.В., Малай В.А., Смирнов С. Ю., Смирнов Ю.В., Лузгин А.Т., Бобров В.А., Ларин Ю.Т. Система температурного мониторинга на волоконно-оптических кабелях // Фотон-экспресс. – 2008. – № 5–6 (69–70). – С. 28–31.  
 2. Смирнов Ю.В., Гринштейн М.Л., Ларин Ю.Т. Применение системы температурного мониторинга с помощью оптического

кабеля для контроля распределения температуры вдоль электрического силового кабеля // Кабель-News. – 2009. – № 8. – С. 48–53.  
 3. Ларин Ю.Т., Смирнов Ю.В. Измерение температуры сверхпроводящих электрических кабелей посредством волоконно-оптических датчиков // Первая миля. – 2011. – № 1. – С. 16–20.