

УДК 53.087.44, 681.586.5

ДВУХВОЛНОВЫЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ПО МОНИТОРИНГУ СКВАЖИН С УЖЕ УСТАНОВЛЕННЫМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ КАБЕЛЕМ

Виссарионова Е.С., Мухтубаев А.Б. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель к.т.н Мухтубаев А.Б. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Введение.

Современные системы распределенного температурного мониторинга на основе оптического волокна широко применяются для контроля технологических процессов в скважинах – от бурения до эксплуатации «умных» месторождений. Однако, во время эксплуатации скважин с уже установленным волоконно-оптическим кабелем возникает проблема наводороживания оптического волокна, что приводит к росту спектрально-селективных оптических потерь в рабочем диапазоне 1550 нм и, как следствие, к погрешностям калибровки регистраторов температуры. Целью настоящего исследования является разработка и моделирование двухволновой схемы распределенного датчика температуры, способной компенсировать спектрально-селективные потери, вызванные наводороживанием, без внесения изменений в уже эксплуатируемую кабельную инфраструктуру.

Основная часть.

Классическая схема распределенного датчика температуры (DTS) построена на эффекте Рамана для измерения температуры вдоль оптического волокна. Изменение температуры приводит к линейному изменению интенсивности Стоксовой и Антистоксовой компонент рамановского рассеяния, что позволяет формировать температурный профиль скважины. В таких схемах используется один лазерный источник оптического излучения с центральной длиной волны 1550 нм. Стоксовы компоненты рамановского рассеяния такого источника расположены на ± 50 нм относительно рабочей длины волны. Соответственно при наводороживании волокна в процессе эксплуатации скважины стоксовы компоненты испытывают вносимые оптические потери разной величины, что приводит к ошибке в измерении температуры. В рамках исследования предложена двухволновая оптическая схема, основанная на использовании двух лазерных источников: лазерного диода на 980 нм с антистоксовой длиной волны 1018.4 нм и лазерного диода на 1064 нм со стоксовой длиной волны 1018.7 нм. Ключевой особенностью схемы является совпадение антистоксовой длины волны лазера 980 нм со стоксовой длиной волны лазера 1064 нм, что позволяет взаимно компенсировать потери, вызванные наводороживанием.

Моделирование двухволновой оптической схемы выполнено в программном обеспечении OptiSystem. В схеме используется два лазерных диода с мощностью входного импульса 1 Вт. Лазерный диод с центральной длиной волны 980 нм генерирует первый импульс длительностью 10-40 нс, который проходит через оптическую схему и возбуждает рамановское рассеяние в оптическом волокне. Обратный рассеянный сигнал, содержащий в себе излучение релеевского и рамановского рассеяний, поступает на фотодиод и лавинный фотодиод соответственно, формируя рефлектограмму. Второй импульс генерируется лазерным диодом с центральной

длиной волны 1064 нм и следует тем же путем, формируя вторую рефлектограмму. При делении одной рефлектограммы на другую произойдет компенсация спектрально селективных потерь и формирование термограммы. Для оценки уровня мощности обратного рассеяния использована упрощенная схема с одним лазерным диодом. Рассмотрены обратные сигналы для рамановского и релеевского рассеяний на разных длинах волокна и для двух рабочих длин волн. Полученные данные необходимы для подбора фотодиодов и дальнейшей оптимизации оптической схемы двухволнового распределенного датчика температуры.

Выводы.

В рамках работы представлена двухволновая схема волоконно-оптического распределенного датчика температуры, позволяющая компенсировать спектрально-селективные потери, возникающие при наводороживании волоконно-оптических кабелей, уже установленных в скважинах. Реализованная оптическая схема, основанная на использовании лазеров с совпадающими длинами волн для Стоксовой и Антистоксовой составляющих, обеспечивает получение парных рефлектограмм, что повышает точность и надежность температурного мониторинга. В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований с принудительным наводороживанием волокна для подтверждения результатов, полученных в процессе моделирования, и оптимизации параметров системы.

Автор: _____ Виссарионова Е.С.

Научный руководитель: _____ Мухтубаев А.Б.