

С. В. Яскевич¹✉, И. В. Бойчук², А. А. Дучков¹, П. А. Дергач¹, Д. Р. Харасов³

Первые испытания аппаратуры DAS на полигоне Ключи

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский государственный университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

³ ООО Т8, Москва, Россия
e-mail: YaskevichSV@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В работе приводятся примеры сейсмограмм – полученных при помощи оптоволоконного кабеля на полигоне Ключи. Для Российской оптоволоконной системы продемонстрирована возможность записи кондиционных сейсмических материалов при профильных наблюдениях. Кабель, установленный без навивки, позволяет уверенно регистрировать поверхностные волны, что делает его перспективным с точки зрения методов обработки типа MASW. Кабель с навивкой по вертикальному борту траншеи глубиной 1 м делает возможным регистрацию рефрагированной волны, что может рассматриваться как полезная информация для восстановления разреза методами активной томографии и кинематической инверсии

Ключевые слова: DAS, интеррогатор, оптоволоконно, сейсмические приборы, запись, экспериментальная установка, акустика

S. N. Ponasenko^{1,2}✉, S. V. Yaskevich^{1,2}, A. A. Duchkov^{1,2}, R. A. Bakeev³, Y. P. Stefanov^{1,2,3}

First tests of DAS equipment at the Klyuchi

¹ Institute Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation
T8, Moscow, Russia

e-mail: PonasenkoSN@ipgg.sbras.ru

Abstract. The paper presents examples of seismograms obtained using a fiber-optic cable at the Klyuchi test site. The Russian fiber-optic system has demonstrated the ability to record quality seismic data during profile observations. A cable installed without winding allows reliable recording of surface waves, which makes it promising in terms of MASW-type processing methods. A cable with winding along the vertical side of a 1 m deep trench makes it possible to record a refracted wave, which can be considered useful information for reconstructing a section using active tomography and kinematic inversion methods.

Keywords: microseismic monitoring, seismic moment tensor inversion, geomechanical modeling, CO2 sequestration

Введение

Сейсмические наблюдения при помощи аппаратуры DAS начали набирать популярность в начале – середине 2010-х. Демонстрация возможности записи упругих колебаний посредством регистрации растяжения оптоволоконного кабеля [Mateeva et al., 2014] вызвала неподдельный интерес в геофизическом сообществе. В России долгое время не было разработок – аналогичных современным

коммерческим предложениям. На рынке появлялись разработки, называемые DAS – амплитудный DAS, которые по сути чем-то похожи на наиболее ранние разработки в области оптоволоконной сенсорики, подходят для задач охраны периметров, но к современным DAS системам, которые применимы к сейсмологии или сейсморазведке такие приборы отношения не имеют. В последние годы в России было реализовано несколько приборов типа DAS и нами было осуществлено тестирование регистратора компании ООО Т8 «Агидель» на полигоне Ключи.

Описание полевого эксперимента

На полигоне Ключи был реализован профиль поверхностных наблюдений длиной 150 метров. Верхняя часть разреза состоит из неоген-четвертичных рыхлых отложений, под которыми залегает сложный палеозойский разрез, представленный сланцами с высокими скоростями распространения волн. Оптоволоконный кабель был проложен в траншее глубиной 1 метр и шириной 20-30 см, выкопанной траншеекопателем (Рис. 1). Дно траншеи перед укладкой кабеля очистили и утрамбовали, затем засыпали траншею извлеченным грунтом. На южной половине профиля была применена более сложная укладка: один кабель по дну, другой – по боковой стенке (Рис. 2). Однако кабель, уложенный кольцами по дну, был поврежден и не использовался. Для дублирования оптоволоконных измерений использовались трехкомпонентные сейсмоприемники, расставленные с шагом 2 метра.



Рис. 1. Траншея для укладки оптоволоконного кабеля –вид до закапывания (слева), глубина около метра, ширина 20-30 см. Обозначение расположения профиля на спутниковом снимке (справа).



Рис.2. Схема укладки оптоволоконного кабеля в части траншеи. Кольцами на дне уложено оптоволокно, которое было перебито в процессе установки, под ним прямой оптоволоконный кабель.

Запись волнового поля

Как результат работ основную ценность представляет зарегистрированная запись оптоволоконной системой, демонстрация которой составляет основную задачу данной работы. Сама запись, пересчитанная в шаг по ПП 2м. представлена на Рис.3. Пересчет был необходим, так как оптоволоконная система регистрации позволяет получать данные вдоль длины оптоволоконного кабеля. При установке последнего отмечались 10-метровые участки – можно было потом получить реальные положения оптоволоконных «сейсмоприемников». Сейсмическая запись, представленная на Рис.3 содержит: запись поверхностных волн, которая занимает большую часть сейсмограммы, эти волны имеют характерную для поверхностных волн скорость; в левой части (отделена на рисунке пунктирной линией) в первых вступлениях явно идентифицируется фаза преломленной волны, которая исчезает после окончания «навивки» оптоволоконного кабеля. Полноценная отработка профиля с такой системой наблюдений методом преломленных волн не представляется возможной, так как они наблюдаются только на его половине (с навивкой), но представленный результат – одна из первых убедительных демонстраций работы Российской оптоволоконной системы наблюдений.

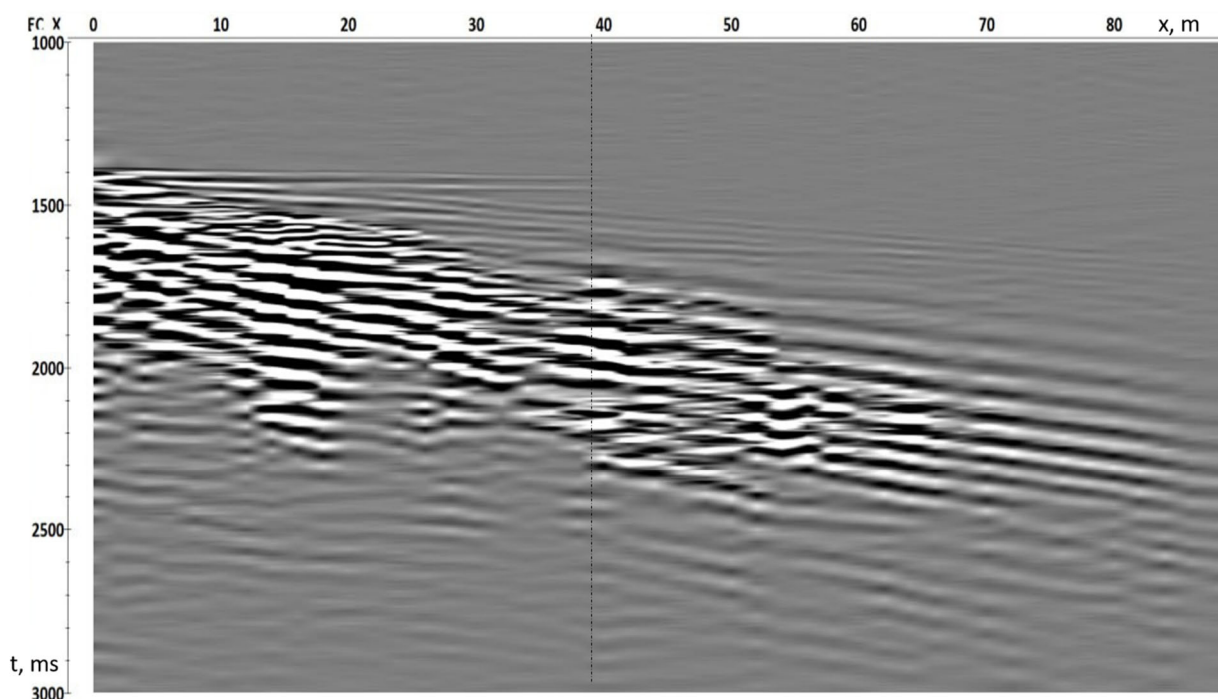


Рис.3. Сейсмограмма для ПВ типа центр расширения на окончании профиля (ближний к области намотки кабеля). Вертикальная пунктирная линия

Заключение

Для Российской оптоволоконной системы продемонстрирована возможность записи кондиционных сейсмических материалов при профильных наблюдениях. Кабель, установленный без навивки, позволяет уверенно регистрировать поверхностные волны, что делает его перспективным с точки зрения методов обработки типа MASW. Кабель с навивкой по вертикальному борту траншеи глубиной 1м делает возможным регистрацию рефрагированной волны, что может рассматриваться как полезная информация для восстановления разреза методами активной томографии и кинематической инверсии.

Благодарности

Авторы исследования выражают благодарность за финансовую поддержку Министерству науки и высшего образования Российской Федерации по гранту 075-15-2003-588.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mateeva A. et al. Distributed acoustic sensing for reservoir monitoring with vertical seismic profiling //Geophysical Prospecting. – 2014. – Т. 62. – №. 4-Vertical Seismic Profiling and Microseismicity Frontiers. – С. 679-692.

© С. В. Яскевич, И. В. Бойчук, А. А. Дучков, П. А. Дергач, Д. Р. Харасов, 2025