

Активный и пассивный акустический мониторинг трещины гидроразрыва в лабораторном эксперименте

Зенченко Е.В. (1), Зенченко П.Е. (1), Лукина А.А. (2), Турунтаев С.Б. (1)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук, Москва, Россия

(2) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», Долгопрудный, Россия

e-mail: zenchevj@gmail.com

Представлены результаты лабораторных экспериментов по гидроразрыву пласта с использованием методов активного и пассивного акустического мониторинга трещины ГРП. Эксперименты проводились на установке трёхосного нагружения. В зависимости от величины действующих сжимающих напряжений по различным осям нагружения возможно получение как продольных, проходящих вдоль оси скважины, так и поперечных, перпендикулярных скважине, трещин ГРП. Пьезоэлектрические преобразователи, смонтированные в крышках установки, позволяют принимать как импульсы акустической эмиссии, связанные с процессами в модели коллектора, так и ультразвуковые импульсы от преобразователей, работающих в режиме излучателей.

Решение задачи локации позволяет установить пространственные координаты источников акустической эмиссии и момент времени излучения импульса. В эксперименте с образованием продольной трещины ГРП было установлено, что зарегистрированные источники акустической эмиссии находились вблизи трещины, отдаляясь от скважины с течением времени. В предположении, что источники расположены вблизи носика трещины, была оценена скорость распространения трещины.

При активном акустическом мониторинге излучатель посылает ультразвуковые импульсы через заданные интервалы времени. Пересечение трещиной линии излучатель-приёмник вызывает изменение принятого сигнала. Расположение источников и приёмников непосредственно в крышках установки приводит к паразитным отражениям излучаемого сигнала, усложняя принимаемую волновую форму. На основании проведённого анализа отражённых и преломлённых ультразвуковых волн, из записей принятых сигналов выделялись невозмущённые части и сравнивались между собой. Для сравнения использовался такой интегральный критерий, как сумма квадратов амплитуд выделенных сигналов, что позволило повысить чувствительность метода. При своём распространении трещина ГРП пересекает несколько трасс излучатель-приёмник, что также позволяет оценить скорость её распространения.

Проведенные эксперименты показали, что использование обоих методов акустического мониторинга в лабораторных экспериментах по гидроразрыву пласта позволяет получить важную информацию о распространении трещины гидроразрыва. При этом надо учитывать, что не во всех модельных средах пассивный мониторинг хорошо работает из-за слабой акустической эмиссии, а также требует значительных вычислительных ресурсов, что затрудняет его использование в реальном времени. Активный мониторинг менее зависим от свойств модельной среды и в ряде случаев, при визуализации принимаемых ультразвуковых импульсов, позволяет оценивать положение трещины ГРП в ходе эксперимента.