

Связь характеристик спектров сигналов ультразвукового зондирования с условиями нагружения образца горной породы

Патонин А.В. (1), Шихова Н.М. (1), Пономарев А.В. (1), Смирнов .Б. (1, 2), Сахаров П.С. (2)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), Москва, Россия

(2) Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: patonin_borok@mail.ru

По данным проведенных на управляемом прессе INOVA ГО Борок ИФЗ РАН трехосных испытаний образцов горных пород проведен анализ волновых форм сигналов ультразвукового зондирования (УЗ). Образцы высокопористого песчаника нагружались с постоянной скоростью деформации в условиях всестороннего давления. На уровне 85-90 % от предела прочности материала в верхний торец образца инжектировалась вода. Дальнейшие испытания проходили в условиях модулирующего воздействия порового давления.

В ходе испытания регистрировались волновые формы сигналов акустической эмиссии. Через заданные интервалы времени по 16 прямым и наклонным направлениям проводилось ультразвуковое зондирование образца.

Спектральному анализу подвергались волновые формы УЗ сигналов. При вычислении Фурье-спектра сигнала учитывалась амплитудно-частотная характеристика приемно-передающего тракта, включая характеристики самих датчиков. Для оценки величины частотно зависимого затухания спектра упругой волны применялась аппроксимация степенной функцией. В качестве показателя затухания использовалась степень наклона спектра УЗ сигнала с учетом АЧХ приемного тракта.

Отмечено значимое влияние подаваемого флюида на характеристики спектра УЗ сигнала . Показано, что частотно-зависимое затухание УЗ волны связано как с уровнем разрушенности образца, так и с давлением порового флюида. При сравнении динамики скоростей распространения упругих волн в сухом образце с вариациями показателя частотно-зависимого затухания отмечено сходство их изменений при наличии нескольких характерных точек (моменты смены направления роста этих показателей). В стадии насыщенного образца изменения скоростей распространения упругих волн во времени в основном повторяют динамику осевой нагрузки и слабо зависят от величины порового давления. Вместе с этим показатель степени затухания значимо коррелирует с величиной порового давления и может служить его индикатором.

Работа выполнена в Центре коллективного пользования “Петрофизика, геомеханика и палеомагнетизм” ИФЗ РАН.