

Гистерезисная модель накопления и разрядки сейсмической энергии в геологической среде

Надежка Л.И. (1, 2), Семенов А.Е. (1, 2), Сафронич И.Н. (1, 2)

(1) Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

(2) ФИЦ «Единая геофизическая служба Российской академии наук», Обнинск, Россия

e-mail: nadezhka@geophys.vsu.ru

Разработка залежей полезных ископаемых связана с производством горных работ, которые, на современном уровне развития инженерных машин и технологий, оказывают значимое влияние на окружающее пространство. Для предотвращения негативных последствий этого влияния необходимо на модельном уровне учитывать эффекты поглощения и накопления энергии деформаций горных пород. Один из возможных подходов к решению означенной проблемы связан с использованием конструктивных гистерезисных моделей, позволяющих, после идентификации их параметров, идентифицировать энергетическое состояние поверхностного слоя Земной коры, что, в свою очередь, позволит оценить риски сейсмических событий, связанных с техногенными землетрясениями.

Предлагаемая модель базируется на операторной трактовке гистерезисных преобразователей. С их помощью на количественном уровне устанавливаются взаимосвязи между динамическими параметрами, описывающими состояние геологической среды. Используемый преобразователь является статическим (свойства не меняются во времени), детерминированным (состояние в каждый момент определяется значениями выхода-входа), управляемым. Статичность преобразователя применительно к задачам сейсмологии означает корректное определение реакции геологической среды на ступенчатое воздействие формируемое функцией Хевисайда.

Математическая модель на базе преобразователя Ишлинского, являющегося континуальным аналогом семейства упоров с различными пределами текучести соединенных параллельно. Преобразователь Ишлинского описывает связь между напряжением и деформацией в геологических средах. Отметим, что петля гистерезиса этого преобразования обходится по часовой стрелке (отрицательный спин) – т.е. при её обходе энергия высвобождается.

Предлагаемая модель, по мнению авторов, вполне адекватно описывает достаточно сложные сейсмические процессы накопления и разгрузки энергии в верхней части Земной коры.