### Методика расчёта

При образовании трещины происходит смещение породы вдоль её бортов, что сопровождается высвобождением упругой энергии и излучением сейсмической волны. В однородной среде компонента смещения в точке расположения приёмника (в дальней зоне, т.е. на расстоянии более длины волны от трещины, расположенной в точке с координатами ) равна [Nolet, 2008]:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.20) |
|  |  |

где – расстояние от трещины до приёмника, – направляющие косинусы. – тензор моментов сил, действующих на трещине, который может быть выражен через компоненты вектора нормали к плоскости трещины (см. 3.14) и компоненты вектора смещения :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.21) |
|  |  |

где – модуль сдвига, – площадь трещины. Тензор симметричен и содержит 6 независимых компонент.

Ясно, что компоненты нормализованного тензора моментов зависят только от направления самой трещины (нормали к ней) и направления вектора смещения, но не от амплитуды смещения и площади трещины. Следовательно, модуль вектора смещения , для каждой из волновых фаз (*P* и *S* волны), в каждый момент времени не зависит от направления трещины и смещения. Если волновые фазы разнесены во времени, то последнее утверждение справедливо по отношению к сейсмической записи в целом, однако нарушается в случае интерференции фаз. Поскольку интерференция фаз наблюдается только в непосредственной окрестности трещины, где само выражение (3.20) неверно, в дальнейшем будем считать, что модуль вектора смещения (также как и скорости смещения) не зависит от направления нормали к трещине и направления смещения по трещине. Отметим, что поскольку каждое из направлений определяется двумя углами, нормализованный тензор моментов определяется четырьмя независимыми параметрами.

Входящая в выражение (3.20) производная , где – функция зависимости смещения по трещине (подвижки) от времени, определяющая форму сейсмического сигнала. В общем случае функция – неизвестна, однако, как будет показано ниже, это не является препятствием для локации трещин. Обычно принимается, что смещение вдоль трещины происходит с постоянной скоростью в пределах малого временного интервала , в этом случае производная функции представляет собой два импульса противоположного знака, отвечающие моментам начала и конца подвижки. Однако в реальной среде время нарастания и убывания скорости подвижки конечно и из-за малости времени подвижки , а также из-за особенностей АЧХ сейсмических приёмников на сейсмограммах смещение, отвечающее подвижке по трещине, проявляется в виде биполярного импульса, хорошей аппроксимацией которого может служить функция вида . Коэффициент в данной формуле важен, поскольку определяет зависимость амплитуды смещения от времени подвижки: чем меньше время подвижки, тем больше амплитуда смещения (при прочих равных параметрах).

Таким образом, (3.20) может быть записано в виде:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.22) |

Вид сейсмической записи зависит от типа диаграммы направленности приёмника: в случае, если диаграмма направленности анизотропная (например, для однокомпонентного геофона), то форма записи будет зависеть от направления на трещину, в противном случае (изотропная диаграмма направленности – витой оптоволоконный сенсор или гидрофоны в водонаполненных скважинах) – меняется только амплитуда, но не форма записи.

Отметим, что поскольку все рассматриваемые типы приёмников являются велосиметрами (или близки к ним по АЧХ, как оптическое волокно), получаем, что амплитуда сигнала (скорости смещения) в точке наблюдения пропорциональна .