

Лекция (13.ноября.2020) Сейсморазведка

Данная тема предполагает изучить следующие вопросы: Какому закону подчиняются упругие среды?

Закон Гука - величина деформации прямо пропорциональна величине приложенного напряжения.

. В рассматриваемом случае можно учитывать только составляющую u , пренебрегая остальными. Обозначим смещение, полученное частичками, отстоящими от закрепленного конца стержня на расстояние x через u . Вследствие действия сил сцепления между частичками, составляющими стержень (сил меж частичного взаимодействия, пружинок)– смещения будут тем меньше, чем ближе к закрепленному концу стержня они находятся. Это значит, что более удаленные частички, то есть $x + \Delta x$ получают большее смещение, то есть $u + \Delta u$. Возьмем теперь разность смещений и отнесем ее к разности удалений x . Если устремить Δx к нулю и взять предел этого отношения, то перейдем от бесконечно малых к производной. По физическому смыслу это есть относительное удлинение линейного элемента, его деформация, которую мы обозначим как ϵ_{xx} . Теперь возьмем векторную сумму всех сил, действующих на свободный торец стержня и отнесем ее к площади его поперечного сечения S –получим величину приложенного напряжения, которое обозначим через P . Составляющая этого вектора P_x будет связана с деформацией ϵ_{xx} линейной зависимостью, называемой законом Гука: величина деформации прямо пропорциональна величине приложенного напряжения (вскользь этот закон уже упоминался в разделе гравиразведка). Этому закону подчиняются упругие среды. Понятно, что геологические среды поведут себя как упругие только тогда, когда напряжения будут невелики и весьма кратковременны (как известно, геологические среды при длительно прилагаемых нагрузках деформируются пластически, «текут», изгибаются в складки без разрыва сплошности, а если напряжения велики, то с разрывом – сбросы, надвиги). Закон Гука может быть записан в виде соотношения , отсюда Коэффициент пропорциональности между напряжением и деформацией обозначим через E . Этот упругий коэффициент носит название модуль Юнга или коэффициент продольного растяжения. По физическому смыслу E – это сила, которую надо приложить, чтобы произошло удлинение, равное единице длины, то

есть одному метру. Размерность E , как это видно из приведенного соотношения, совпадает с размерностью напряжения P , поскольку e_{xx} – относительная (безразмерная) величина. То есть размерность E – (ньютон на метр в квадрате). Вполне понятно, поскольку растянуть линейный элемент на метр исключительно тяжело, что сами по себе величины E очень велики. Так, для осадочных пород значения E заключены в диапазон от $0,05 \cdot 10^{10}$ до $10 \cdot 10^{10}$ н/м², для кристаллических диапазон у’же и сами значения выше – от $3 \cdot 10^{10}$ до $20 \cdot 10^{10}$ н/м², для воды $2 \cdot 10^{10}$ н/м². Еще один упругий коэффициент, смысл которого может быть уяснен из приведенной модели, носит название коэффициента поперечного сжатия, или коэффициента Пуассона, обозначаемого греческой буквой ν (ню). Он представляет собой отношение относительного сжатия стержня $\delta u/u$ к относительному удлинению $\delta x/x$. Понятно, что в результате приложения растягивающей нагрузки стержень удлинится на δx (по отношению к первоначальной длине x) и станет уже на δu (по отношению к первоначальной длине u). Понятно также, что ν – безразмерная величина и, как правило, очень маленькая. Для подавляющего большинства горных пород ν близко к 0,25 и только для очень рыхлых пород ВЧР (верхней части разреза) приближается к 1. Через линейные элементы (точнее, через относительные удлинения всех сторон объемного тела – параллелепипеда, который легко описать тремя линейными элементами, исходящими из одной точки – вершины: длина x , ширина u , высота z) может быть найдено изменение всего этого малого объема, его объемное расширение, или кубическая дилатация Θ . Из приведенной записи хорошо видно, что это математическая операция с вектором смещения. Такая операция называется дивергенцией вектора и индексируется оператором div , что означает расхождение = div . Модель сдвиговой деформации представлена на рис.37 на примере одной из граней рассматриваемого параллелепипеда, одна сторона которой закреплена, а к противоположной приложена внешняя сила F .

Литература.

1. Сейсморазведка. Справочник геофизика. М., Недра, 2000.
2. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика. М., Недра, 2002.