Практическая работа № 3

Определение акустической и упругой силы горных пород с помощью ультразвука

План:
1.Основные задачи
2. Порядок выполнения работы
3. Задания
4.Блиц тест
5.Глоссарий

Цель: Целью работы является определение модуля движения различных горных пород, скорости блуждающих волн, внутреннее препятсвие волн и модуль Юнга.

Задание: Определение с помощью акустических методов в промышленном центре условия массивности горных пород.

Приборы и реактивы: Прибор ультрозвука для определения скорости упругих волн, образцы горных пород, аналитические весы.

Методическое указание

Упругие колебания – это процесс распространения в породе знакопеременных упругих деформаций ее частиц. Упругие колебания можно представить как периодическое отклонение материальной частицы или группы частиц от положения равновесия.

Число колебаний в 1 сек называется частотой и имеет размерность Гц.

Упругие волны по частоте колебаний подразделяются:

f = до 20 Гц – инфразвуковые;

f = 20 – 20000 Гц – звуковые;

f > 20000 Гц – ультразвуковые;

f > 10^{10} Гц – гиперзвуковые.

Так как упругие волны представляют собой распространение в веществе деформаций, то в зависимости от их вида выделяют волны различных типов.

Деформации попеременного объемного сжатия и растяжения, обуславливают распространение в веществе **продольных упругих колебаний**. Продольные волны распространяются в любой среде – в газах, жидкостях, твердых телах, так как все вещества обладают сопротивлением объемному сжатию. Именно продольные волны вызывают звуковые явления.

Распространение попеременных деформаций сдвига в среде вызывает **поперечные упругие колебания.** Они присущи только твердым телам, так как в жидкостях и газах сопротивление сдвигу отсутствует.

Эти два типа волн распространяются по всему объему породы и называются объемными.

Есть также плоские поверхностные волны. Они присущи только твердым телам.

Характер распространения упругих колебаний в горных породах определяется их акустическими параметрами. К ним относятся – скорость распространения упругих волн, коэффициенты поглощения и волнового сопротивления. Породы также характеризуются различными коэффициентами отражения и преломления упругих волн.

Скорость упругой волны в тонком стержне: $v_{ст} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$;

Скорость продольной волны в массиве: $v_p = \sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu\nu}}$,

при $\nu = 0.25$ $v_p = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$.

Скорость поперечной волны в тонком стержне: $v_{cs} = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho}\frac{}{(1+\nu)}}$;

при $\nu = 0.25$ $v_p = 0.63\sqrt{\frac{E}{\rho}}$.

Скорость поверхностной волны: $v_L = \frac{0.87 + 1.12\nu}{1+\nu}\sqrt{\frac{G}{\rho}}$;

при $\nu = 0.25$ $v_L = 0.92 v_S = 0.58\sqrt{\frac{E}{\rho}}$. $v_P > v_S > v_L$

Скорость распространения упругих волн в горных породах определяется их упругими свойствами и плотностью.

Распространение упругих волн в горных породах, также как и в любой среде сопровождается постепенным снижением их интенсивности по мере удаления от источника излучения по следующим причинам:

а) частичным поглощением энергии волны породой и превращением ее в тепловую;

б) рассеиванием акустической энергии породой на неоднородностях (порах, трещинах и т.п.).

В расчетах часто используется произведение плотности породы на скорость упругой волны в ней называемым удельным волновым сопротивлением:

$$Z = \rho v$$

Оно определяет способность горных пород отражать и преломлять упругие волны. Отражение и преломление последних происходит либо на границе между горными породами, обладающими различными акустическими свойствами, либо при переходе упругих волн из внешней среды в породу, и наоборот.

Скорость продольных волн возрастает в ростом E, ν. При изменении ν от 0.1 до 0.4 v_P изменяется на 45%. Скорость поперечных волн возрастает с ростом E, но уменьшается с ростом ν. У малопористых пород скорости максимальны.

Основная область использования акустических свойств горных пород – получение информации о состоянии и свойствах горных пород и массивов. При этом большое значение имеют законы распространения и поглощения упругих колебаний.

Коэффициент отражения – отношение энергии отраженной волны к энергии, падающей волны:

$$K_o = A_o / A_п$$

При этом углы падения $\delta_п$ и отражения δ_o звуковой волны от границы раздела равны. Чем больше разница в волновых сопротивлениях сред, тем больше энергии отражается. При переходе из среды с малым волновым сопротивлением в среду с большим волновым сопротивлением основная часть звуковой энергии отражается.

Воздух – вода – 99.8% энергии отражается.

Воздух – порода – 85% энергии волны отражается.

Отношение энергии волны прошедшей через границу двух сред к энергии падающей волны $A_{пр}/ A_п$ называется коэффициентом преломления упругой волны относительно первой среды.

Порядок выполнения работы

- Все размеры образца измеряем с точностью до 1 мми рассчитываем его объем по следующей формуле:

$$V = a \cdot b \cdot c \qquad (1)$$

- Взвешивая массу образца горных пород с точностью до 1 г на аналитических весах, объемную массу определяем по следующей формуле:

$$\gamma = \frac{P}{V}, \text{ кг/м}^3. \qquad (2)$$

- Определяется плотность горных пород:

$$\rho = \frac{\gamma}{g}, \text{ кг/м}^3. \qquad (3)$$

где g –ускорение силы тяжести (м/с^2).

- Скорость блуждающих волн определяем следующей формулой:

$$C_p = \frac{d}{t}, \text{ м/с.} \qquad (4)$$

где d – длина образца (м); t – время распространения ультразвуков в образце (сек).

- По следующей формуле определяется модуль Юнга:

$$C_P = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1-\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}}, \text{ м/с.} \qquad (5)$$

где E – Юнг модулі (Н/м^2); (ρ- плотность горных пород (кг/м^3); μ - коэффициент Пуассона. коэффициент Пуассона (μ = 0,25).

- Движение модуля определяем следующей формулой:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \text{ Н/м}^2. \qquad (6)$$

- В следующей очереди определяется внутреннее препятствие волн.
- Результаты расчеты заносятся в таблицу.

Акустические и упругие силы горных пород

Таблица 1

Наименование горной породы	Размеры образца, м			Объем, V, $м^3$	Масса, P, Н	Плотность, $кг/м^3$	Время, t, сек	Коэффициент Пуассона	C_P, м/с	E, $Н/м^2$	G, $Н/м^2$	z, $Н/м^2с$

Контрольные вопросы.

1. Именно какие волны вызывают звуковые явления?
2. Дайте определение модуля Юнга.
3. Дайте определение коэффициента Пуассона.
4. Продольные и поперечные волны распространяются по всему объему породы и поэтому их называют?
5. Какие волны распространяются в любой среде – в газах, жидкостях, твердых телах, так как все вещества обладают сопротивлением объемному сжатию?

Блиц-тест.

1. В какой среде наибольшая скорость блуждающих волн:
   a. в воде
   b. в ртутье
   c. в воздухе
   d. в газе
   e. в пространстве

2. Единица измерения движения модули в международной СИ:
   a. $кг/м^2$
   b. кг/м
   c. $Н/м^2$
   d. м
   e. кг

3. Какие волны на ровной поверхности земли вызввают звуковые волны:
   a. блуждающие
   b. горизонтальные
   c. движущие(движения)
   d. вертикальные
   e. без изменение

4. Упругие волны по частоте колебаний подразделяются:
   a. 5

b. 4
c. 2
d. 3
e. 1

5. Как изменяется скорость распространения упругости волн в зависимости от усложнения коэффициента Пуассона:
   a. увеличивается
   b. уменьшается
   c. не меняется
   d. остается
   e. нет ответа

6. Назовите диапазон гиперзвуков волн (Гц):
   a. 10^8
   b. 10^9
   c. 10^7
   d. 10^6
   e. 10^5

Глоссарий:

Деформация – изменение взаимного положения частиц тела, связанное с их перемещением относительно друг друга.

Модуль Юнга (модуль продольной упругости) – физическая величина, характеризующая свойства материала сопротивляться растяжению /сжатию при упругой деформации.

Коэффициент Пуассона – величина отношения относительно поперечного сжатия к относительному продольному растяжению.

Вывод

После выполнения работы необходимо вывести выводы: какими были выводы в промышленном центре условия массивности горных пород и скорости упругих волн определенные с помощью прибора ультразвука.