

# ИЗМЕРЕНИЕ НАГРУЗОК ПО ОСАДОЧНЫМ ПЛАСТАМ – ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ

Осадочные пласты, как правило, залегают в морских и озерных средах, и состоят из нескольких слоев. Там где пласт относительно горизонтален и не имеет значительных искривлений или сдвигов, напряжение породы по вертикали ( $\sigma_v$ ) достаточно существенно, что обусловлено собственным весом породы, и рассчитывается на основе следующих показателей: 0,025 МПа на каждый метр глубины, либо действующего напряжения, составляющего 0,15 МПа на метр глубины. При условии ограничения породы в горизонтальном направлении и отсутствии возможности для возникновения сжатия в горизонтальной плоскости, действующее напряжение по горизонтали, обусловленное собственным весом породы ( $\sigma'_{h/sw}$ ), рассчитывается по следующей формуле (1):

$$\sigma'_{h/sw} = \sigma'_v \left( \frac{\nu}{1-\nu} \right) \quad 1$$

Где  $\nu$  – коэффициент Пуассона

В реальных условиях горизонтальные напряжения очень редко равны расчетному показателю. Причина этого частично в том, что данная формула представляет собой упрощенную модель упругости, не учитывающую деформацию породы в результате долговременных нагрузок. В более общем смысле, имеются прочие эффекты, обусловленные горизонтальной тектонической нагрузкой ( $\sigma'_{h/tec}$ ), возникающей в результате тектонических движений. Движения могут возникать в результате нагрузки на тектонические плиты, однако более частой причиной являются локальные структурные особенности, такие как синклинали и антиклинали. Основное и второстепенное тектоническое действующее напряжение  $\sigma'_{h/tec1}$  и  $\sigma'_{h/tec2}$  рассчитываются по следующим формулам:

$$\sigma'_{h/tec1} = \sigma_1 - \sigma_{h/sw} \quad 2$$

$$\sigma'_{h/tec2} = \sigma_2 - \sigma_{h/sw} \quad 3$$

В зависимости от региона желательно учитывать деформацию породы, обусловленную тектоническими движениями, и не фокусировать все внимание на полях механических нагрузок. Нагрузки зависят от свойств пород; порода, обладающая большей жесткостью, несет большее напряжение при данном

значении деформации. Используя значения тектонических напряжений, рассчитанные по формулам 2 и 3 можно вычислить и значения составляющих тектонической деформации:

$$\varepsilon_{tec1} = \frac{\sigma'_{h/tec1} - \nu \sigma'_{h/tec2}}{E} \quad 4$$

$$\varepsilon_{tec2} = \frac{\sigma'_{h/tec2} - \nu \sigma'_{h/tec1}}{E} \quad 5$$

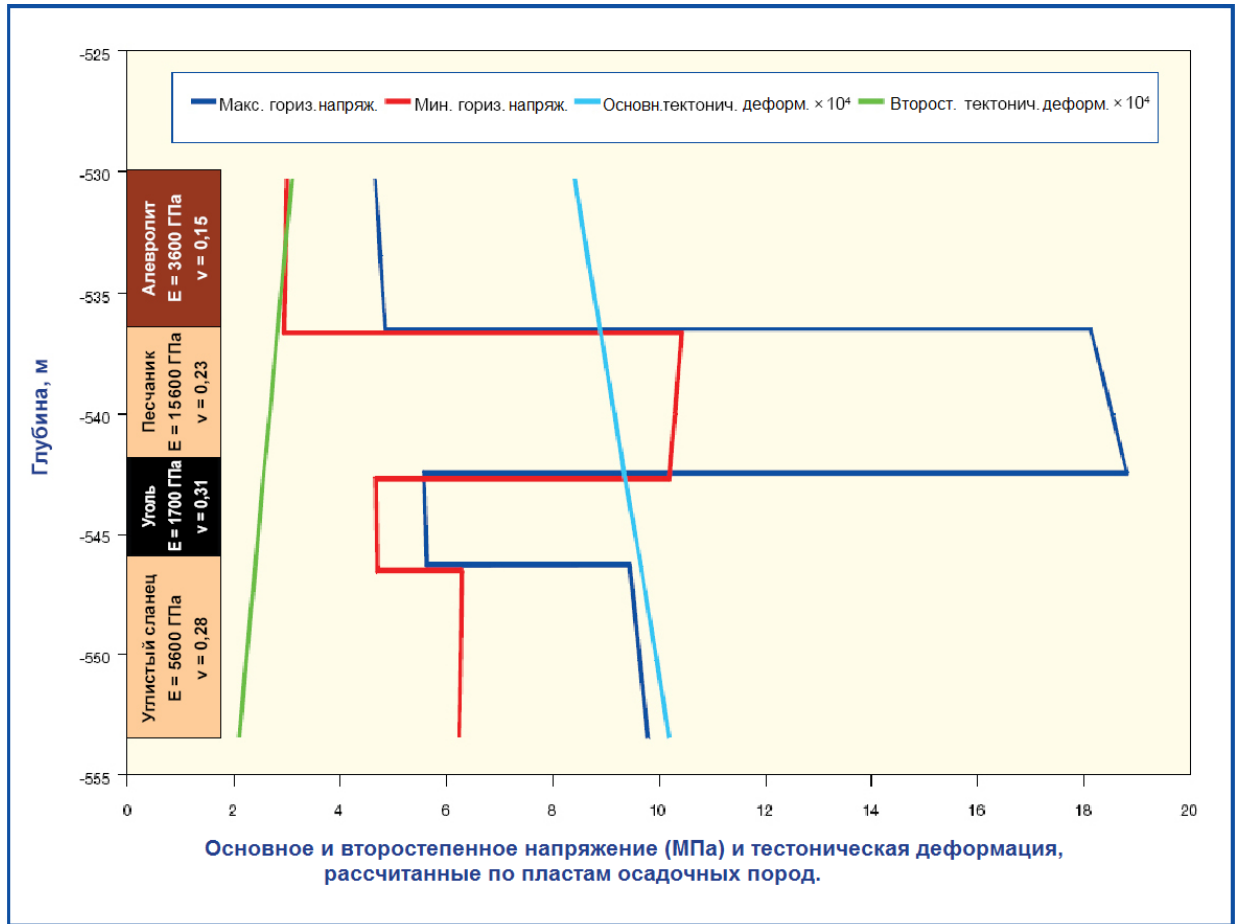
Для определения средней величины тектонической деформации для нескольких замеров нагрузки, специалисты Sigra изменяют направления основных деформации по направлениям с севера на юг и с востока на запад и рассчитывают средние значения составляющих компонентов осевой деформации и сдвига. Величины основных тектонических деформаций и их направления могут быть рассчитаны, при наличии трех известных значений средней деформации. Если тектонические деформации, рассчитанные в ходе нескольких измерений, относительно однородны, эти значения могут быть использованы для расчета напряжений в породах с различными жесткостями и коэффициентов Пуассона для пород, в которых замеры напряжений не производились. Данный процесс является обратным по отношению к процессу расчета тектонических деформаций.

В таких случаях горизонтальная нагрузка, обусловленная давлением залегающих выше пород, рассчитывается по формуле 1. Действующие напряжения, обусловленные тектоническими деформациями, рассчитываются по следующим формулам:

$$\sigma'_{h/tec1} = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_{tec1} + \nu \varepsilon_{tec2}) \quad 6$$

$$\sigma'_{h/tec2} = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_{tec2} + \nu \varepsilon_{tec1}) \quad 7$$

Для расчета действующих напряжений добавляются величины горизонтальных нагрузок, обусловленных влиянием собственного веса породы.



На приведенной выше иллюстрации показан пример слоистого осадочного пласта с переменной жесткостью и переменным значением коэффициента Пуассона. Данная порода подвержена воздействию постепенно изменяющейся тектонической деформации. Максимальная тектоническая деформация, увеличивающаяся с ростом глубины, демонстрирует некоторые признаки возможной антиклинальности, тогда как минимальное значение проявляет противоположные свойства. Жесткость пласта

значительно варьируется, что обуславливает аналогичный характер изменения напряжений. Изменение тектонической деформации по вертикали свидетельствует о наличии несогласного залегания пород. Сдвиги часто определяются по наличию латеральной изменчивости по простиранию тектонической деформации. Сдвиги являются местами ослабления напряжения, и, как правило, характеризуются очень низкой либо отрицательной тектонической деформацией.