

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УДЛИНЕНИЯ КОЛОННЫ ТРУБ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОБСТВЕННОГО ВЕСА И ТЕМПЕРАТУРЫ В СКВАЖИНЕ

Мурзабеков Т.К., Фриев К.А., Мурзабеков А.Т., Мурзабеков Е.Т.

Бұрғы құбырларының - өз салмағы мен температура әсерінен ұзаруының есебі Р. Гук заңы бойынша есептелген.

Steel drilling strings lengthening under the influence of its own weight and temperature was estimated according the Hooke's law.

В практике бурения, эксплуатации и капитального ремонта скважин длина спускаемых в скважину колонны труб или штанг обычно контролируется по замерам на поверхности.

Однако подвешенная на устье скважины колонна труб (штанг) подвержена растяжению под действием собственного веса и температуры. Поэтому происходит ее удлинение на некоторую величину ΔL , т.е.

$$L_c = L + \Delta L, \quad (1)$$

где: L_c -истинная длина колонны труб(штанг) в скважине; L -мера по замерам на поверхности. Согласно закону Р. Гука (1678г.) напряжение при линейном осевом растяжении (сжатии) стержня прямо пропорционально его относительной деформации, т.е.

$$\delta = \epsilon E, \quad (2)$$

где: $\epsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$, а $\Delta \ell$ -абсолютное значение удлинение стержня(бруса); ℓ -первоначальная длина стержня до приложения некоторой растягивающей (сжимающей) силы P , т.е.

$$\epsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}, \quad (3)$$

Исходя из физической сущности напряжения растяжения (сжатия) бруса следует:

$$\delta = \frac{P}{F} \quad (4)$$

где: P -сила, приложенная к свободному концу бруса (стержня) при одном закреплённом его конце; F -площадь поперечного сечения стержня (бруса) в случае труб-по металлу.

2) Из (2), (3), (4) следует:

$$\Delta \ell = \frac{P \cdot \ell}{F \cdot E}, \quad (5)$$

Рассмотрим схему подвески колонны труб на устье скважины (Рис. 1)

Поскольку значение q в (8) есть величина приведенная, учитывающая веса муфт, высаженной их части, замков и т.д., логично также принять в расчетах значение F как приведенной величины.

В таком случае отношение q/F определяет значение веса единицы металла труб, т.е.

$$\frac{q}{F} = \gamma_m \quad , \quad (9)$$

Тогда выражение (8) переписется в виде:

$$\Delta l = \frac{1}{2} f \gamma_m L^2 / E \quad , \quad (10)$$

Что определяет удлинение колонны труб нефтяного сортамента (штанг) в скважине под действием собственного веса.

Рассмотрим теперь влияние температуры t_n удлинение труб (штанг) в скважине.

В теплотехнике изменение линейных размеров (длины) твердого тела Δl_t при нагревании (или охлаждении) принято исчислять по формуле [1]:

$$\Delta l_t = \alpha l (t_2 - t_1) = \alpha l \Delta t \quad , \quad (11)$$

где: α – коэффициент линейного расширения;

l - начальная длина твердого тела при температуре t_1 ; t_2 – конечная температура твердого тела, в данном случае при его нагревании.

Для условий скважины, где Δt не превышает 200°C , вполне допустимо применение среднего значения коэффициента α [1].

Определение температуры в скважине при выполнении различных технологических операций довольно сложно [2]. Поэтому с достаточной для практических расчетов степенью точности воспользуемся некоторым средним значением температуры t_{cp} в рассматриваемом интервале глубин (0-х), пренебрегая глубиной нейтрального слоя земли ($\approx 20\text{м}$) с постоянной температурой $t_0 \approx +15^\circ\text{C}$, т.е.

$$t_{cp} = \frac{1}{2} (t_0 + \Gamma \cdot H) \quad , \quad (12)$$

где: Γ – геотермический градиент;

H – глубина скважины по вертикальной проекции, соответствующая глубине L по длине инструмента. Отметим, что в (11) t_1 – это температура, при которой производился замер длины труб (штанг) при их спуске в скважину.

Тогда зависимость (11) можно записать в виде:

$$\Delta l_t = \alpha L \left(\frac{t_0 + \Gamma \cdot H}{2} - t_1 \right) \quad , \quad (13)$$

Тогда, на основании принципа независимости действия сил суммарное удлинение колонны труб (штанг) в скважине составит:

$$\Delta L = \Delta l + \Delta l \cdot t \quad , \quad (14)$$

Приведем пример расчета ΔL для следующих практических условий:

- глубина скважины по длине инструмента $L_{cp} = 4770\text{м}$;
- глубина по вертикали, $H = 4745\text{м}$;
- $t_1 = +5^\circ\text{C}$;
- длина инструмента (бурильные трубы с высаженными наружу концами с толщиной стенки $\delta = 9,19\text{мм}$, сталь группы прочности «Л» по ГОСТ631-80) - 4760м ;

- $\rho_{\text{ж}}=1320\text{кг/м}^3$ (раствор CaCl_2);
- $\rho_{\text{м}}=7850\text{кг/м}^3$; $q=17,4\text{кг/м}$;
- $E=2,15\cdot 10^5\text{МПа}$; $\alpha=12\cdot 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}$;
- $t_1=+5^\circ\text{C}$;
- $\Gamma=2,95^\circ\text{C}\cdot 10^{-2}$.

Используя зависимости (10), (13) и (14), подставляя соответствующие значения в системе единиц СИ, получаем: $\Delta l=3,44\text{м}$; $\Delta l_t=4,15\text{м}$; $\Delta L=7,59\text{м}$.

Таким образом, из вышеприведенного следует, что колонна труб (штанг) в скважине подвергнута растяжению, которое следует учитывать, особенно при бурении скважин, спуска обсадных труб, на абсолютную глубину по корреляции профиля данной геологической структуры и при использовании перфораторов, спускаемых на насосно-компрессорных трубах[3].

Литература:

1. Справочник металлиста (под редакцией Н.С. Ачеркана, М., «Машиностроение», том 1, 1067 стр., 1964, стр.186-187.
2. Мурзабеков Т.К., Фриев К.А., Кулиев С.М., Есьман Е.И., Габызов Г.Г., Температурный режим бурящихся скважин. М. «Недра», 1968, стр. 186.
3. Мурзабеков Т.К., Фриев К.А. Подбор смазки для опор долот серий ГНУ и ГАУ. СТО 06-112-86., Шевченко, ПО «Мангышлакнефть», 1986.