

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБСАДНИХ КОЛОН СВЕРДЛОВИН НА ОСНОВІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

© Олеськів Р., 2013

Сделан аналитический обзор основных моделей определения влияния осадок земной поверхности на деформации обсадных колон нефтегазовых скважин.

Made analytical review about basic models determination of the influence subsidence of the surface over deformation drilling column oil-gas bore-hole.

Постановка проблеми. Однією із основних проблем нафтогазової промисловості є забезпечення надійної експлуатації нафтогазових свердловин і, зокрема, встановлення деформації (напружено-деформованого стану) обсадних колон.

Виробнича експлуатація свердловин показує, що деформації обсадних колон можуть мати масою характер і досягти критичних значень. Так, на Ленінградському газоконденсатному родовищі Канівського газопромислового управління із 103 пробурених свердловин в 71 виявлено деформації обсадних колон, або 68,9 % від загального числа.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз причин, які викликають деформацію обсадних колон, поділяють на два види. Перший вид – радіальні сили, які діють на стінки обсадних колон. Переважно їх спричиняють [1]:

- перепади гідростатичних тисків внаслідок дії промиввальної рідини на стінки обсадної колони та внутрішній тиск у трубі;

- тиски пластичних порід (пливунів, глини тощо).

Другий – осьовий – вид навантажень спричиняють:

- власна вага обсадної колони;

- температурні зміни в процесі експлуатації свердловин.

Виробничий процес експлуатації нафтогазових свердловин показав, що в багатьох випадках деформацію обсадних колон неможливо пояснити лише вищеперераховані причини.

Пошуки інженерних рішень безпечної експлуатації обсадних колон привели до думки, що в багатьох випадках причиною деформації може бути осідання земної поверхні нафтогазових родовищ [3].

Враховуючи, що значення величин осідання земної поверхні найбільш точно та достовірно можна визначити геодезичними методами, виникає задача поєднання та ув'язки результатів геодезичних вимірювань з напруженістю обсадних колон.

Отже, виникає проблема інтерпретації величин осідань земної поверхні в осьову напруженість окремих перерізів обсадної колони.

Виклад основного матеріалу. У роботі [2] запропоновано теоретичну формулу для визначення величини осідання ΔS земної поверхні над нафтобазо-видобувними родовищами

$$\Delta S = \frac{\exp[\beta_n(P_{II} - P_K)] - 1}{K_n} H, \quad (1)$$

де H – початкова товщина деформованого шару геологічних порід, на яку розповсюджується вплив пластового тиску вуглеводнів, м; P_{II} – початковий пластовий тиск, мПа; P_K – поточний пластовий тиск, мПа; β_n – середньозважений за висотою H коефіцієнт стиснення порід, 10^{-4} мПа $^{-1}$; K_n – середньозважений за висотою H початковий коефіцієнт щільності порід.

Величину нормальної напруженості, яка виникає в повністю зацементованій ділянці обсадної колони внаслідок осідання земної поверхні, запропоновано обчислювати за виразом

$$\sigma = \frac{K_n \{ \exp[\beta_n(P_{II} - P_K)] - 1 \} HE}{\{ \exp[\beta_n(P_{II} - P_K)] - K_n \} L}, \quad (2)$$

де L – початкова довжина обсадної колони, м; E – модуль пружності Юнга матеріалу труб, мПа.

Ввівши позначення аномального пластового тиску $\Delta P = P_{II} - P_K$, формули (1) і (2) будуть

$$\Delta S = \frac{(\exp \beta_n \Delta P - 1) K_n H}{\exp \beta_n \Delta P - K_n}, \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{K_n [\exp \beta_n \Delta P - 1] HE}{[\exp \beta_n \Delta P - K_n] L}. \quad (4)$$

Зауважимо, що наведені вище математичні вирази отримано теоретичним шляхом без підтвердження їх дієвості шляхом проведення відповідних геодезичних та інших інженерно-технічних вимірів, а також детального врахування інженерно-геологічної будови покрівлі нафтогазового родовища. Деякі з цих упущень враховано в роботі [4]. У цій роботі запропоновано визначати осідання земної поверхні з врахуванням потужності окремих однорідних шарів ґрунту по всій глибині свердловини, а також модулів загальної деформації ґрунтів цих шарів та коефіцієнтів, що враховують бокове розширення ґрунту. В загальному вигляді формула має вигляд [4]

$$\Delta S = \sum_{i=0}^n h_i \frac{\beta_i}{E_{oi}} \sigma_{zi}, \quad (5)$$

де h_i – потужність (висота) окремих шарів ґрунту; β_i – коефіцієнт, який залежить від бокового розширення ґрунту; E_{oi} – модуль загальної деформації ґрунту; n – кількість однорідних шарів ґрунту; σ_{zi} – значення напруженості в кожному шарі ґрунту.

Для площі нафтогазового родовища складної конфігурації напруженість в окремій точці знаходять як суму напруженостей окремих навантажених ділянок. Тобто

$$\sigma_{zi} = \sum_{i=0}^n K_i \frac{P_i}{h_i^2} \sigma_{zi}, \quad (6)$$

де K_i – коефіцієнт, який визначають за будівельними нормами та правилами; P_i – навантаження i -ї ділянки, мПа.

Слід зазначити, що значення ΔS осідання будь-якого гирла свердловин можна отримати суто геодезичним методом, що дає можливість відповідно до розробленої моделі знайти значення σ_{zi} , а отже, й напружено-деформований стан труб свердловин.

Висновок. У результаті аналітичного аналізу встановлено, що осідання земної поверхні на територіях нафтогазових родовищ під час їх розроблення та облаштування може бути вагомою причиною виникнення деформацій обсадних колон свердловин.

Із двох розглянутих методичних підходів до визначення напружено-деформованого стану обсадних колон перевагу слід надати підходу, який оснований на ширшому та детальнішому врахуванні інженерно-геологічної будови та структури свердловин, а також реальним геодезичним вимірам осідання гирла свердловин.

Встановлення достовірності та об'єктивності отриманих за даними моделями значень напруженості обсадних колон потребує подальших експериментальних досліджень.

1. Деформация обсадных колон эксплуатационных скважин месторождений Северного Кавказа / Н.В.Черский, В.Н. Виноградов и др. – М.: ВНИИ Эгазпром, 1989. – 44 с. 2. Добрынин В.М., Пенькова Н.А. Уплотнение осадочных пород при воздействии техногенных аномально низких пластовых давлений. – М.: Недра, Нефтяное хозяйство. – 1985. – № 8. – С. 42–45. 3. Черский Н.В., Виноградов В.Н. и др. Влияние осадки горных пород на подземные сооружения при извлечении флюидов из продуктивных пластов. – Доклады АН СССР. – 1988. – Т. 302, № 2. – С. 413–416. 4. Перович І., Олеськів Р. Теоретичні аспекти моделювання процесів напружено-деформованого стану свердловин підземних сховищ газу // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць. – Львів, 2012. – Вип. II (24). – С. 126–129.