

І.Л. Перович, Р.Є. Олеськів
Національний університет “Львівська політехніка”

ВЕРТИКАЛЬНІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ТРУБ СВЕРДЛОВИН ВИДОБУТКУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

© Перович І.Л., Олеськів Р.Є., 2013

Приведена рабочая формула определения более достоверных данных для вертикальных перемещений труб скважин с учетом собственного веса.

Obtain working formula for determining trustworthiness information about vertical drift of the pipe bore-hole out of account of the own weight.

Постановка проблеми. В процесі контролю експлуатації нафтових свердловин використовують геодезичні методи, які дають змогу визначити значення вертикальних переміщень не лише земної поверхні, але й гирла свердловин. Все це спонукає здійснити дослідження, які б давали достовірну інформацію про значення величин вертикальних переміщень стовбура свердловин та напружено-деформований стан труб.

Зв'язок з науковими та практичними завданнями. Вирішення цієї проблеми тісно пов'язане з безпекою експлуатації технологічного обладнання свердловин з видобутку вуглеводнів та охороною навколишнього середовища. Результати виконаних досліджень можуть ефективно використовувати проектні та виробничі організації під час ведення геодезичного контролю за станом свердловин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми. Найповніше досліджено деформації технологічного обладнання нафто-газового комплексу з погляду використання геодезичної науки в докторській дисертації А.С. Мазницького [2]. Однак питання, що стосуються напружено – деформованого стану свердловин, у цій роботі не розглядаються.

У наукових працях І. Перовича [1], А. Бондаря [3] широко висвітлюються питання горизонтальних та вертикальних переміщень на територіях видобутку вуглеводнів та їх зберігання.

Найповніше цю проблему досліджено у роботі [4], де автори сформулювали основні положення щодо визначення напружено – деформованого стану свердловин на основі встановлених значень вертикальних переміщень гирла свердловин. Наведені у цій роботі дослідження не стосуються питань початкового напружено – деформованого стану труб свердловин, а отже, вертикальних переміщень, які виникли в процесі їх буріння та облаштування.

Невирішені частини загальної проблеми. Невирішеною частиною поставленої загальної проблеми є визначення початкового стану розтягу (стиснення) труб свердловин після завершення їх буріння та визначення їх деформацій у процесі експлуатації.

Постановка завдання. Розроблення методики визначення достовірних даних про вертикальні переміщення труб свердловин з врахуванням їх початкового стану.

Виклад основного матеріалу. Вертикальні переміщення труб колон експлуатації свердловин можуть бути одним із основних компонентів встановлення напружено – деформованого їх стану, яке обумовлене різними факторами: пластовим тиском; будовою та структурою геологічного розрізу; фізико-механічними властивостями матеріалу труб тощо.

Геодезичні виміри та отримані після їх опрацювання результати вертикальних переміщень є результуючими (інтегральними) даними, які містять сукупність всіх технічних, техногенних та антропогенних чинників.

У процесі визначення вертикальних переміщень труб важливо встановити їх початковий стан розтягу (стиснення), що дасть можливість враховувати це в кінцевому результаті переміщень, і, що найголовніше, визначити напружено-деформований стан труб з врахуванням початкової напруженості.

У загальному вигляді сумарне вертикальне переміщення труб ΔL_c можна подати так:

$$\Delta L_c = \Delta L_{\Pi} + \Delta L_s, \quad (1)$$

де ΔL_{Π} – початкове вертикальне переміщення; ΔL_s – вимірне вертикальне переміщення.

Вертикальне переміщення труб визначають на основі геодезичних вимірів, що не становлять технічних труднощів.

Розглянемо детальніше визначення початкового значення ΔL_{Π} .

Величину початкового переміщення ΔL_{Π} згідно з [5]

$$\Delta L_{\Pi} = \frac{N \cdot L}{E \cdot A}, \quad (2)$$

де N – повздовжня сила в перерізі трубі; L – довжина колони (труби) свердловини; E – модуль пружності Юнга; A – площа перерізу труб.

Отже, зважаючи на те, що величини E та A є постійними для визначення сортаменту труб, розв'язок задачі полягає у визначенні повздовжньої сили N_K у кінцевому перерізі труби завдовжки L .

Повздовжню силу N_K в кінцевому перерізі труби, яка виникає внаслідок дії ваги експлуатаційної колони, знаходять за виразом [5]

$$N_K = L \cdot q \cdot g, \quad (3)$$

де q – маса погонного метра труби; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Формула (3) справедлива для обчислення повздовжньої сили N_K у повітрі.

Зважаючи на те, що експлуатаційна колона знаходиться в глинистому розчині, очевидно, що її вага, а отже, і повздовжня сила N , буде відмінна від N_K .

Для цього випадку маємо [5]

$$N = N_K \frac{\rho_T - \rho_P}{\rho_T}, \quad (4)$$

де ρ_T – густина матеріалу труб; ρ_P – густина глинистого розчину, в якому бурять свердловини.

Отже, підставивши значення N до (2), знаходимо початкове вертикальне переміщення ΔL_{Π}

$$\Delta L_{\Pi} = \frac{N_K \cdot L}{E \cdot A} \left(\frac{\rho_T - \rho_P}{\rho_T} \right), \quad (5)$$

або з урахуванням (3) маємо

$$\Delta L_{\Pi} = \frac{L^2 \cdot q \cdot g}{E \cdot A} \left(\frac{\rho_T - \rho_P}{\rho_T} \right). \quad (6)$$

Внаслідок розроблення нафтогазових родовищ знижується пластовий тиск, що призводить до осідання топографічної поверхні Землі.

Зовсім інші процеси, пов'язані з вертикальними переміщеннями топографічної поверхні, проходять на територіях підземного зберігання газу. Тут внаслідок циклічності нагнітання і відбору газу з пласта-колектора відбуваються підняття та опускання земної поверхні, а отже, і труб свердловин (обсадних колон), оскільки вертикальні рухи останніх тісно пов'язані з рухами покрівлі газового пласта (рис. 1).

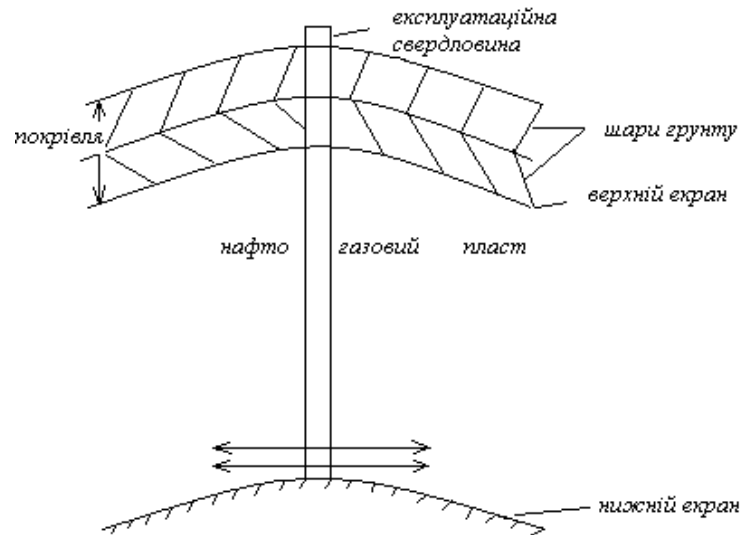


Рис. 1. Принципова схема розрізу розташування свердловин

Результати досліджень, наведені в [4], показали, що за величиною та напрямком вертикальні переміщення земної поверхні ΔS та гирла свердловин є однаковими, а отже

$$\Delta L_a = \Delta S = \sum_{i=1}^k h_i \frac{\beta_i}{E_{oi}} \sigma_{zi}, \quad (7)$$

де h_i – потужність (висота) окремих шарів ґрунту нафтогазового пласта; β_i – коефіцієнт бокового розширення ґрунту, що дорівнює 0,8 (відповідно БДН); E_{oi} – модуль загальної деформації i -го шару ґрунту покрівлі; σ_{zi} – значення напруження в i -му шарі ґрунту; $i=1, \dots, k$ – кількість однорідних шарів ґрунту в покрівлі.

Прийнявши для всіх шарів ґрунту модуль загальної деформації $E_{oi} = E_o = const$, формула (7) набуде вигляду

$$\Delta L_a = \frac{1}{E_o} \sum_{i=1}^k h_i \beta_i \sigma_{zi}. \quad (8)$$

З врахуванням формули (8) сумарне вертикальне переміщення труб свердловин (обсадних колон) дорівнюватиме:

$$\Delta L_c = \frac{L^2 q g}{EA} \left(\frac{\rho_T - \rho_P}{\rho_T} \right) + \frac{1}{E_o} \sum_{i=1}^k h_i \beta_i \sigma_{zi}. \quad (9)$$

Формула (9) є робочою для визначення вертикальних переміщень труб свердловин.

Висновок. Отримано аналітичний вираз визначення вертикальних переміщень труб свердловин з врахуванням дії власної ваги бурильних труб. Це дасть змогу отримати достовірніші дані щодо напружено-деформованого стану труб, які можливо отримати в результаті використання та інтерпретації вертикальних переміщень гирла свердловин, визначених геодезичними методами.

1. Перович І.Л. Моніторинг земної поверхні підземних сховищ газу: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 2006. – 17 с. 2. Мазницький А.С. Геодезичний моніторинг та прогнозування техногенної геодинаміки на родовищах нафти і газу: дис. ... до-ра техн. наук. – К., 2002. – 264 с. 3. Бондарь А.Л. Оседание земной поверхности в районе Шебелинского газового месторождения // Геодезия и картография. – М., 1979. – Вып. 11. – С. 16–18. 4. Перович І., Олеськів Р. Теоретичні аспекти моделювання процесів напружено-деформованого стану свердловин підземних сховищ газу // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2012. – Вип. II(24). – С. 126–129. 5. Довідник з нафтогазової справи / В.С. Бойко, Р.М. Кондрат, Р.С. Яремійчук. – Львів, 1996. – 620 с.