

ріалу гірських порід, але від геометричних розмірів стовбура свердловини не залежать. Двовісний напружений стан стискання елемента матеріалу на стінках свердловини не створює дотичних напружень і тому перехід матеріалу у пластичний або зруйнований стан практично неможливий.

Неоднорідність осадкових гірських порід, складених з різноманітних частинок мінералів, скріплених між собою цементуючою речовиною, спричинює до того, що під дією рівномірного температурного поля у локальних мікро- і макрооб'ємах геологічного пласта виникатимуть температурні напруження за рахунок різниці фізико-термічних характеристик неоднорідних матеріалів. Такі локальні термічні напруження, що мають назву залишкових, полегшують руйнування гірських порід долотом під час буріння зі збільшенням глибини свердловини і, зокрема, там, де є високий геотермічний градієнт температури по глибині залягання гірських порід.

Література

1. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
2. Есьман Б.И., Габузов Г.Г. Термогидравлические процессы при бурении скважин. – М.: Недра, 1991. – 216 с.
3. Коваленко А.Д. Основы термоупругости. – К.: Наукова думка, 1970. – 307 с.
4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наук. думка, 1988. – 736 с.
5. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. – М.: Недра, 1967. – 288 с.
6. Справочник машиностроителя. Т.3 / Под ред. акад. С.В.Серенсена. – М.: Гостехиздат машиностроительной литературы, 1962. – 651с.
7. Тимошенко С.П. Курс теории упругости / Под ред. Э.И.Григолюка. – К.: Наук. думка, 1972. – 505 с.

УДК 622. 242

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ЧИСЛА ПРИВОДА БУРОВОЇ УСТАНОВКИ

Б.Д.Малько (ІФНТУНГ, Івано-Франківськ)

Одержані залежності часу підймання колони труб на довжину однієї свічі від передавального числа привода і талевої системи. Виведено рівняння для оптимальної швидкості руху талевого блока.

Зменшити час на виконання СПО можна методом оптимального вибору передавального числа привода. Неправильно вибрані передавальні числа стають причиною зниженої порівняно з проектною продуктивності механізмів, перенавантаження двигунів і т.д. Пояснюється це таким чином. При передавальному числі, більшому від оптимального, швидкість руху талевого блока мала і не забезпечує заданої продуктивності. Якщо передавальне число менше від оптимального, то збільшується швидкість усталеного руху механізмів підйимального комплексу, але разом з тим зростають зведений момент інерції мас привода і навантаження на двигуни, збільшується час розгону системи. Загальний час циклу підймання талевого блока може зрости. Тільки оптимальні передавальні числа і швидкості механізмів забезпечують задану продуктивність.

Тахограма підймання талевого блока

The dependence of raising time of pipe string for the length of one pipe setback from the drive gear ratio and tackle system ratio have been received. The equation for the optimal speed of tackle block movement has been derived.

може бути трикутною або трапецеподібною. Трикутна тахограма є двоперіодною – період розгону t_p і період гальмування t_r . В трапецевидній тахограмі є три періоди – розгону t_p , усталеного руху t_y , гальмування t_r . Розглянемо послідовно кожен тахограму.

В трикутній тахограмі час підймання талевого блока складає

$$T = t_p + t_r. \quad (1)$$

Тривалість періодів розгону t_p і гальмування t_r визначаємо із рівняння руху

$$(m_{\Pi} + m_K) \ddot{S} = F_p - Q, \quad (2)$$

де: m_{Π} – зведена до талевого блока маса привода, барабана лебідки і талевої системи;
 m_K – маса талевого блока і колони труб;
 F_p – зведена сила привідних двигунів;
 Q – вага талевого блока і труб.

Значення зведених мас і сил визначаємо за формулами

$$\left. \begin{aligned} m_{\Pi} &= I_1(U_1 U_2)^2 + I_2 U_2^2 \\ F_p &= M_{\partial} U_1 U_2 \end{aligned} \right\}.$$

В цих формулах маємо:

I_1 – момент інерції двигунів і з'єднаних з ними рухомих частин привода;

I_2 – момент інерції барабана лебідки і рухомих частин талевий системи;

U_1 – передавальне число від двигуна до вала барабана;

U_2 – передавальне число від барабана до талевого блока

$$U_2 = U_T / r;$$

U_T – кратність поліспасти;

r – радіус навивки каната на барабан;

M_{∂} – момент двигуна.

З рівняння (2) знайдемо час розгону

$$t_p = (I_1 U_1^2 U_2^2 + I_2 U_2^2 + m_K) \int_0^{V_y} \frac{dV}{M_{\partial} U_1 U_2 - Q}. \quad (3)$$

При гальмуванні двигуни відключені муфтою, і час визначається за постійною формулою

$$t_z = (I_2 U_2^2 + m_K) \int_0^{V_y} \frac{dV}{Q} = (I_2 U_2^2 + m_K) \frac{V_y}{Q}. \quad (4)$$

Тут V_y – швидкість в кінці розгону.

Приймаємо, що $M_{\partial} = \text{const}$ і інтегруємо рівняння (3)

$$t_p = \frac{I_1 U_1^2 U_2^2 + I_2 U_2^2 + m_K}{M_{\partial} U_1 U_2 - Q} V_y. \quad (5)$$

Для трапецеподібної тахограми тривалість процесу підймання складається із суми часів окремих періодів руху

$$T = t_p + t_y + t_z. \quad (6)$$

Значення t_p , t_z знаходимо з (4) і (5). Тривалість часу усталеного руху

$$t_y = \frac{h_y}{V_y} = \frac{h_y U_1 U_2}{\omega_{\partial}}. \quad (7)$$

Тут: h_y – переміщення талевого блока впродовж усталеного руху, ω_{∂} – швидкість вала двигуна, V_y – швидкість усталеного руху.

Підставляючи значення t_p , t_z , t_y в рівняння (6), запишемо

$$T = \frac{(I_1 U_1^2 + I_2) U_2^2 + m_K}{M_{\partial} U_1 U_2 - Q} \frac{\omega_{\partial}}{U_1 U_2} + \frac{(I_2 U_2^2 + m_K) \omega_{\partial}}{Q U_1 U_2} + \frac{h_y U_1 U_2}{\omega_{\partial}}. \quad (8)$$

На рис. 1 показані діаграми зміни часу T залежно від передавального числа привода U_1 і кратності талевої системи U_2 . Функції $T(U_1)$, $T(U_2)$ мають мінімуми. Щоб визначити оптимальні значення U_1 і U_2 , диференціюємо одержаний вираз за U_1 , U_2 і прирівнюємо до нуля

$$\frac{dT}{dU_1} = \frac{h_y U_2}{\omega_{\partial}} - \frac{I_1 Q U_1 U_2^2 + (I_2 U_2^2 + m_K)(2M_{\partial} U_1 U_2 - Q)}{(M_{\partial} U_1 U_2 - Q)^2 U_1^2 U_2} \omega_{\partial} - \frac{(I_2 U_2^2 + m_K) \omega_{\partial}}{Q U_1^2 U_2} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{dT}{dU_2} = \frac{h_y U_1}{\omega_{\partial}} - \frac{(I_1 U_1^2 + I_2) Q U_2^2 + (2M U_1 U_2 - Q) m_K}{(M_{\partial} U_1 U_2 - Q)^2 U_1 U_2^2} \omega_{\partial} + \frac{(I_2 U_2^2 - m_K) \omega_{\partial}}{Q U_1 U_2^2} = 0. \quad (10)$$

Розв'язати аналітично рівняння (9), (10) відносно U_1 , U_2 практично неможливо. Можна одержати числові розв'язки для дискретних значень параметрів, які входять в ці рівняння.

В існуючих бурових установках є визначені числові значення передавальних чисел привода і талевої системи. Але регулювання швидкості руху талевого блока можна здійснювати двигуном. Розглянемо таку задачу: визначити оптимальну швидкість руху V_y талевого блока в усталеному режимі, при якій час T переміщення на висоту H буде мінімальним.

Переміщення H по трапецеподібній тахограмі складає

$$H = V_y T - \frac{V_y^2}{2a_{\Pi}} - \frac{V_y^2}{2a_{\Gamma}}.$$

Звідси знаходимо

$$T = \frac{H}{V_y} + \frac{V_y}{2} \left(\frac{1}{a_{\Pi}} + \frac{1}{a_{\Gamma}} \right). \quad (11)$$

Тут у відповідності з (2), (4) і (5) маємо для прискорення підймання

$$a_{\Pi} = \frac{M_{\partial} U_1 U_2 - Q}{(I_1 U_1^2 + I_2) U_2^2 + m_K},$$

для прискорення гальмування

$$a_{\Gamma} = \frac{Q}{I_2 U_2^2 + m_K}.$$

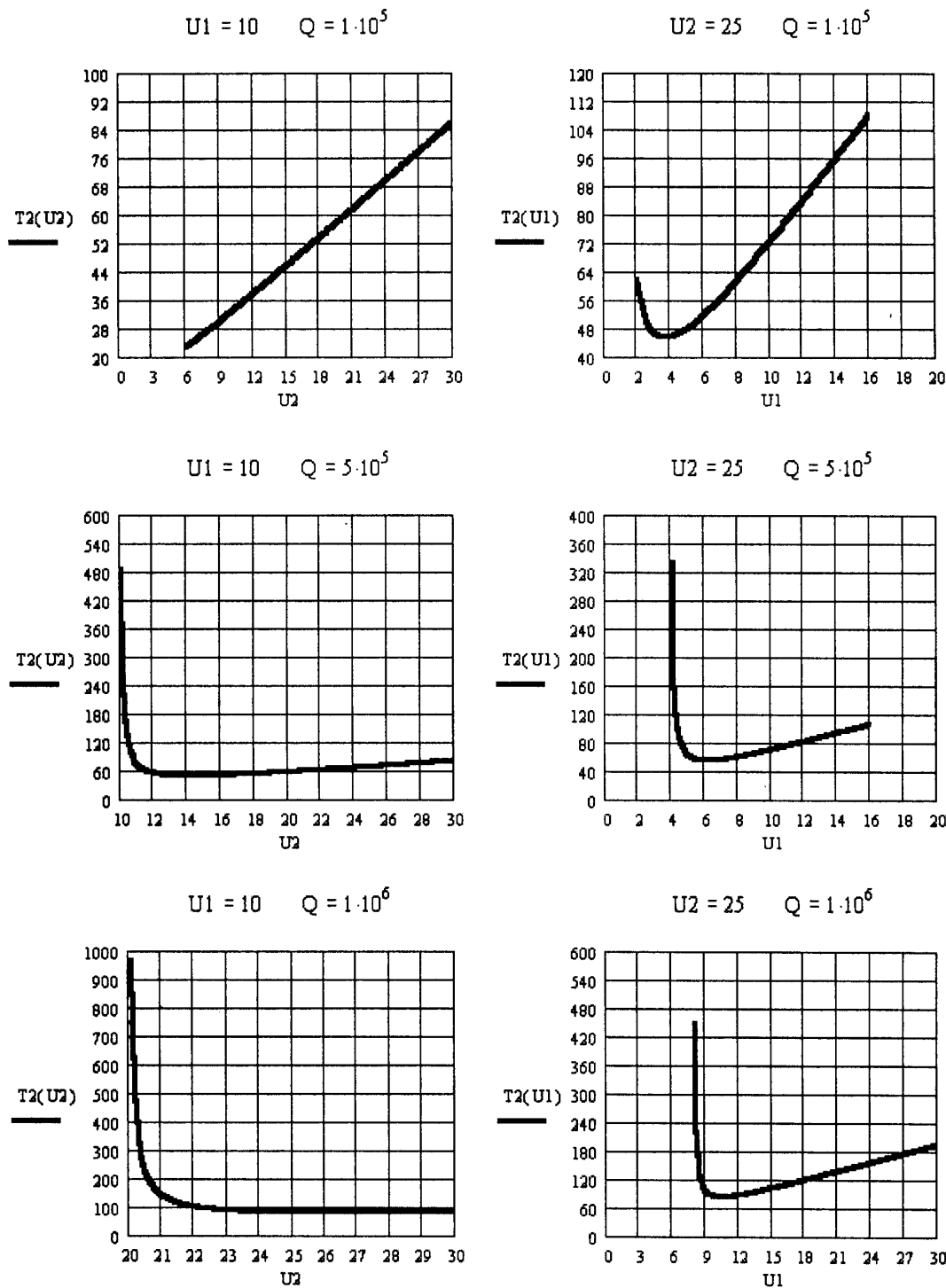


Рисунок 1 – Залежність часу розгону від передавальних відношень для трапецеподібної тахограми

Результати розрахунків, виконані за (11), для БУ-125 зведені в діаграми на рис. 2. Оскільки функції $T(V)$ мають мінімуми, визначимо оптимальні значення швидкостей підймання

$$V_{opt} = \sqrt{\frac{2H}{1/a_{II} + 1/a_I}} \quad (12)$$

На рис. 3 наведена залежність $V_{opt}(Q)$, одержана при розв'язку рівняння (12). Висота підймання $H=35$ м.

Користуючись залежністю $\omega_0 = V_y U_1 U_2$, нескладно виконати розрахунок оптимальних швидкостей ω_0 двигуна при різних значеннях ваги колони труб.

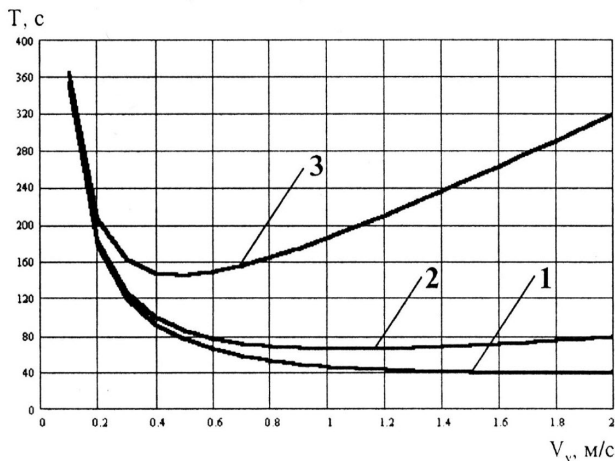


Рисунок 2 – Залежність часу підймання елеватора від усталеної швидкості руху при:
1 – $K_F = 2.5$; 2 – $K_F = 1.25$; 3 – $K_F = 1.042$ ($K_F = F_p/Q$)

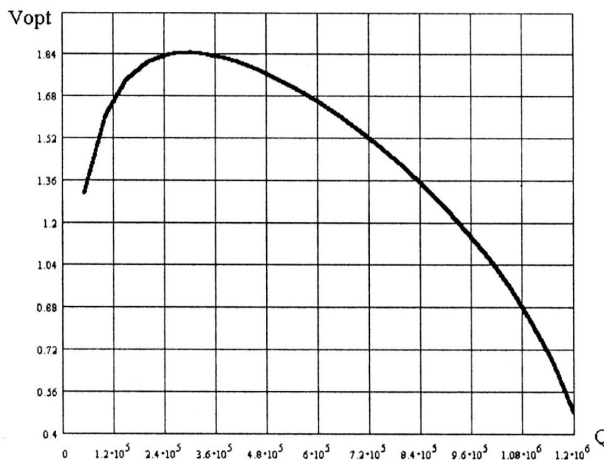


Рисунок 3 – Залежність оптимального значення усталеної швидкості підймання від ваги колони труб

УДК 622.692.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ НАФТОПРОВОДУ ПРИ ПОСЛІДОВНОМУ ПЕРЕКАЧУВАННІ РІЗНОСОРТНИХ НАФТ

Н.В.Люта, М.Д. Середюк (ІФНТУНГ, Івано-Франківськ)

Розглянуті основні аспекти впливу нестационарності, зумовленої рядом попередньо детермінованих чинників, на пропускну здатність нафтопроводу в процесі послідовного перекачування різносортних нафт. Продемонстровано, що розрахунки режимів експлуатації нафтопроводів при послідовному перекачуванні різносортних нафт з достатньою точністю можуть виконуватись з використанням квазістационарної моделі трубопроводу, в той час як нестационарна модель рекомендована для розрахунків режимів, що виникають в процесі включення-відключення насосних агрегатів.

Експлуатація нафтотранспортних магістралей України характеризується низькою ефективністю та економічністю, що пояснюється неповним їх завантаженням та нерегулярністю режимів роботи. Одним із ефективних методів збільшення завантаження і створення сприятливих умов для збереження якості транспортованого середовища є використання прогресивної технології послідовного перекачування нафт різних сортів. Реалізація вказаної технології потребує відповідного наукового, методичного та програмного забезпечення.

Сам по собі процес послідовного перекачування рідин з різними фізичними властивостями є неусталеним, тобто характеризується

The basic aspects of influence of unsteadiness on capacity of pipeline during the process of consecutive transportation of oils with different properties are considered. Unsteady computer model which properly account for the variation of the pipeline capacity as a function of the position of the interface between different oils is developed and compared with quasisteady one. Recommendations on using of these models are given in this work.

параметрами, що залежать від часу. При роботі нафтопроводу з неповним завантаженням часто має місце додаткова нестационарність, що викликана об'єктивною необхідністю зміни кількості працюючих насосів, перекачувальних станцій, зупинками роботи тощо. Тому питання оцінки впливу нестационарності на процес послідовного перекачування різносортних рідин має як теоретичне, так і практичне значення.

Система одномірних рівнянь руху малостисливих рідин (нафта, нафтопродукти) в трубопроводі може бути записана так [1]:
рівняння нерозривності (закон збереження маси рідини в будь-якому перерізі трубопроводу)