

## **МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТО-ПАРАФІНОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИВОДА СВЕРДЛОВИННОЇ ШТАНГОВОЇ УСТАНОВКИ**

*Райтер П.М., Харун В.Р.*

*ІФНТУНГ, 76019, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15*

*e-mail: [petro.raiter@gmail.com](mailto:petro.raiter@gmail.com)*

При видобуванні нафти з свердловин з високим вмістом парафіну важливим постає питання розрахунку зростання навантаження внаслідок відкладення парафіну на стінки насосно-компресорних труб та штангову колону, оскільки такі відкладення призводять до значного росту навантаження привода.

Енергоспоживання електродвигуна привода свердловинної штангової насосної установки залежить від значення сили, що діє в точці підвіски штанг [1]. Тому вивчення питання зростання зусилля є актуальною задачею. Одним з негативних факторів, які сприяють зростанню навантаження привода виступає зміна динамічного рівня рідини, що міститься в експлуатаційній колоні, тобто за трубами НКТ. Така зміна відбувається в свердловинах з періодичним режимом експлуатації, кількість яких в усьому світі є значною. Іншим типом свердловин у яких можливе зростання навантаження привода в процесі експлуатації, а отже й зміна величини споживаної потужності є свердловини з асфальто-смолисто-парафіновими відкладеннями (АСПВ).

Для оцінки зміни навантаження розглянемо складові формули [2]:

$$\begin{aligned} F_{\max} &= F_{ст(в)} + F_{ін(в)} + F_{вібр(в)} + F_{тер(в)} \\ F_{\min} &= F_{ст(н)} - F_{ін(н)} - F_{вібр(н)} - F_{тер(н)} \end{aligned} \quad (1)$$

де,  $F_{\max}, F_{\min}$  - максимальне та мінімальне значення сили корисного опору;  $F_{ст(в)}, F_{ст(н)}$  - статичні (постійні) навантаження спричинені вагою штанг у рідині та силою гідростатичного тиску стовпа рідини, що знаходиться в насосно-компресорних трубах (НКТ), на плунжер глибинного насосу;  $F_{ін(в)}, F_{ін(н)}$  - інерційні навантаження спричинені прискоренням колони штанг у верхній та нижній мертвих точках та інерцією стовпа рідини в момент початку його руху;  $F_{вібр(в)}, F_{вібр(н)}$  - вібраційні складові навантаження, викликані коливаннями колони штанг;  $F_{тер(в)}, F_{тер(н)}$  - сили тертя, які складаються з тертя штанг об труби та плунжера об стінки циліндра насоса, а також сил гідравлічного опору та гідравлічного тертя штанг у рідині.

Відкладення АСПВ призводять до зростання сил гідравлічного опору та сил тертя, тобто останньої складової формули (1). Результати досліджень на нафтових промислах свідчать про можливість відкладень парафіну до значень, які відповідають максимальній вантажності привода. Тому проведені розрахунки привода UP12T, максимальна вантажність якого складає 120кН, оснащеного двигуном 30кВт, допустимий крутний момент редуктора – 55 кНм.

Оскільки закон зміни навантаження при відкладенні АСПВ є невідомим, то використаємо кілька припущень:

- 1) діапазон зміни сили тертя можливий до значень коли сили тертя прирівнюються до ваги колони штанг;
- 2) відкладення парафіну відбуваються рівномірно – закон зростання навантаження лінійний;
- 3) відкладення парафіну відбуваються нерівномірно – закон зростання навантаження нелінійний.

Розрахунки проводились для наступних параметрів глибинного обладнання:

Колона штанг – двоступінчата, глибина підвіски насосу 1456 м, довжина ходу плунжера - 3 м, привод – балансирний двоплечий верстат-гойдалка UP12T, кількість обертів кривошипа- 6,5 об/хв. В першому наближенні розрахунки виконані з припущення, що парафін відкладається рівномірно вздовж всієї колони штанг, а це призводить до збільшення сил гідродинамічного тертя та сил тертя штанг по НКТ. Тобто лінійно зростає остання складова формули (1). Значення сили тертя приймалось у відсотках від ваги колони штанг, яка складала  $G_{шт} = 42,88\text{кН}$  (таблиця 1).

Таблиця 1 Залежність силових параметрів привода від сили тертя

| $\% G_{ум}$ | $F_{тер}, кН$ | $F_{max}, кН$ | $F_{min}, кН$ | $M_{кр}^{max}, кНм$ | $P_{дв}, кВт$ |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
| 1           | 0,42          | 54,1          | 35,4          | 30                  | 7,06          |
| 5           | 2,14          | 55,8          | 33,6          | 32,3                | 8,35          |
| 10          | 4,28          | 58,0          | 31,5          | 33,0                | 9,9           |
| 20          | 8,57          | 62,3          | 27,2          | 37,8                | 13,2          |
| 30          | 12,86         | 66,56         | 22,92         | 41,56               | 16,4          |
| 40          | 17,15         | 70,85         | 18,63         | 45,79               | 19,65         |
| 50          | 21,44         | 75,14         | 14,35         | 50,2                | 22,9          |
| 80          | 35,6          | 89,3          | 0,2           | 67,5                | 33,52         |

Сила тертя у 1%  $G_{ум}$  відповідає нормальній роботі штангової колони, 80% $G_{ум}$  – зависанні колони штанг у парафіновій пробці. Як видно з таблиці вміст АСПВ призводить до двох негативних наслідків у роботі привода. По-перше в 4,75 разів зростає споживна потужність двигуна, по-друге максимальний крутний момент на кривошипі зріс у 2,25 раза і перевищив допустиме значення 55  $кНм$  для редуктора.

Зростання потужності відповідає лінійному закону залежності відкладення АСПВ, проте така залежність може бути нелінійною. Такі твердження можна висунути аналізуючи залежність зміни дебіту свердловини при парафінуванні [3]. Відповідно досліджень автора відкладання АСПВ відбувається нерівномірно як по стовбурі свердловини, так і в часі. Параметром, який свідчить про величину парафінових відкладень, виступає дебіт свердловини, мінімальне значення якого свідчить про настання часу проведення депарафінізації свердловини. В такому випадку, аналізуючи криву падіння дебіту отримують нелінійний закон зміни потужності приводного двигуна (рис.1).

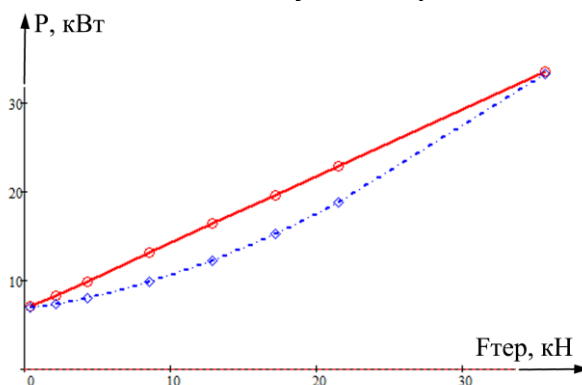


Рис.1 Лінійна та нелінійна залежності потужності двигуна

Таким чином енергоефективність привода свердловинної штангової насосної установки залежить від кількості відкладень АСПВ і аналізуючи споживану потужність двигуна та дебіт рідини можна визначити кількість відкладень і вибрати необхідний час депарафінізації свердловини.

## Література

1. Райтер П.М., Харун В.Р. Диагностика режима энергопотребления приводного двигателя скважинной штанговой насосной установки при изменении динамического уровня жидкости в скважине // XXX Международная конференция “Дефектоскопия 15” “NTD Days 2015”: Созопол – 2015. – Т1– с.40-42.
2. Бойко В.С., Кондрат Р.М., Яремійчук Р.С. Довідник з нафтогазової справи. – К.: Львів, 1996. – 620с.
3. Люшин С.Ф. Борьба с отложениями парафина при добыче нефти / [С.Ф. Люшин, В.А. Рассказов, Д.М. Шейн-Али и др.]. – М. : Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1961. – 95 с.