

Райтер П.М., д-р. техн. наук, проф., Харун В.Р., канд. техн. наук, доц.,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВОДУ СВЕРДЛОВИННОЇ ШТАНГОВОЇ УСТАНОВКИ ВІД ОБ'ЄМУ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТО-ПАРАФІНОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ

За умов видобутку нафти з свердловин з високим вмістом парафіну важливими є явища 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 (СШНУ) залежить від значення сили, що діє в точці підвіски штанг. Одним з негативних факторів, які сприяють зростанню навантаження привода, є зміна динамічного рівня рідини в експлуатаційній колоні (за трубами НКТ) свердловин з періодичним режимом роботи. 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 використано залежності (1) з [1]:

$$F_{max} = F_{ст(в)} + F_{ін(в)} + F_{вібр(в)} + F_{тер(в)}$$

$$F_{min} = F_{ст(н)} - F_{ін(н)} - F_{вібр(н)} - F_{тер(н)} \quad (1)$$

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 виконані 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 використано припущення: 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, привід – балансирний двоплечий верстат-гойдалка UP12T, кількість обертів кривошипа- 6,5 об/хв. В першому наближенні розрахунки виконані за 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

$\% G_{шт}$	$F_{тер, кН}$	$F_{max, кН}$	$F_{min, кН}$	$M_{кр}^{max}, кНм$	$P_{дв}, кВт$
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% $G_{шт}$ відповідає нормальній роботі штангової колони, 80% $G_{шт}$ – зависанні колони штанг у парафіновій пробці. Як видно з таблиці вміст АСПВ призводить до двох негативних наслідків у роботі привода: 1) в 4,75 разів зростає споживна потужність двигуна; 2) максимальний крутний момент на кривошипі зростає у 2,25 рази і перевищує допустиме значення 55 кНм для редуктора.

Зростання потужності відповідає лінійному закону залежності відкладення АСПВ, проте така залежність може бути і нелінійною. Такі твердження можна висунути аналізуючи залежність зміни дебіту свердловини при парафінуванні [2]. Відповідно до досліджень автора відкладання АСПВ відбувається нерівномірно як по стовбуру свердловини, так і в часі. Параметром, який свідчить про величину парафінових відкладень, є дебіт свердловини, мінімальне значення якого свідчить про настання часу проведення депарафінізації свердловини. В такому випадку, аналізуючи криву падіння дебіту, отримуємо нелінійний закон зміни споживаної потужності приводного двигуна (рис.1).

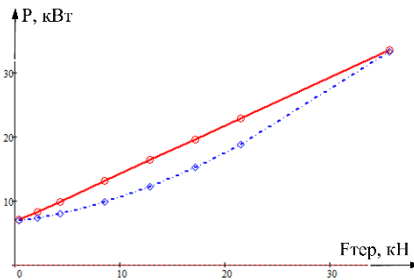


Рисунок 1 - Залежності споживаної потужності двигуна від тертя в колоні з АСПВ

Таким чином, енергоефективність привода свердловинної штангової насосної установки суттєво залежить від кількості відкладень АСПВ, тому, аналізуючи споживану потужність двигуна і дебіт рідини, є можливість як визначення кількості відкладень АСПВ та і вибору оптимального моменту періоду роботи СШНУ для реалізації процесів депарафінізації свердловини.

Список використаних літератури

1. Бойко В.С., Кондрат Р.М., Яремійчук Р.С. Довідник з нафтогазової справи. – К.: Львів, 1996. – 620с.
2. 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.

References

1. Boyko V.S., Kondrat R.M., Yaremichuk R.S. Oil and Gas Handbook. - K.: Lviv, 1996. – 620p.
2. Lyushin S.F., Struggle with paraffin deposits during oil production / [S.F. Lyusin, V.A. Rasskazov, D.M. Shane-Ali, etc.]. - M.: State Scientific and Technical Publishing House of Petroleum and Mining Fuel Literature, 1961. - 95 p.