

УДК 622.276.53

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УРАВНОВЕШИВАНИЯ
ТИХОХОДНОГО ПРИВОДА СКВАЖИННОЙ ШТАНГОВОЙ
НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

С. Л. САБАНОВ

Научный руководитель А. С. ГАЛЕЕВ, д-р техн. наук, проф.

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«АЛМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ»
Альметьевск, Россия

Резкие колебания нагрузок, обусловленные недостаточной уравновешенностью, приводят к ускоренному износу элементов скважинной штанговой насосной установки (СШНУ). В настоящее время, в качестве критерия равновесия используется равенство активной энергии, потребляемой электродвигателем при ходе штанг вверх и вниз.

Рассмотрим произвольное положение системы (кривошип повернут на произвольный угол φ). Дадим кривошипу бесконечно малое перемещение $\delta\varphi$. Тогда кривошип повернется на некий угол $\delta\psi$ и колонна переместится на расстояние δS .

В соответствии с принципом возможных перемещений эта работа должна равняться нулю:

$$M_{кр} \delta\varphi - M_1 g * \delta\varphi * r_3 \cos\varphi - m_1 g (r_1 \cos\varphi - h_1 \sin\varphi) - m_2 g (r_2 \cos\varphi + h_2 \sin\varphi) - M_3 g b \cos\psi \delta\psi + (m_{кол} g + G_{ж} - F_{сопр}) \delta S = 0$$

Приращение угла ψ можно выразить через приращение угла φ :

$$\delta\psi = \frac{\partial\psi}{\partial\varphi} \delta\varphi .$$

Малое перемещение колонны выражается через приращение угла ψ :

$$\delta S = \delta\psi * l_4 = \frac{\partial\psi}{\partial\varphi} l_4 \delta\varphi .$$

После подстановок приходим к следующему уравнению, из которого можно найти момент на валу кривошипа, в зависимости от конструкции СШНУ, и положения кривошипа:

$$M_{кр} = M_1 g r_3 \cos\varphi + m_1 g (r_1 \cos\varphi - h_1 \sin\varphi) + m_2 g (r_2 \cos\varphi + h_2 \sin\varphi) + M_3 g b \cos\psi \frac{\partial\psi}{\partial\varphi} - (m_{кол} g + G_{ж} - F_{сопр}) \frac{\partial\psi}{\partial\varphi} l_4 .$$

Зная момент на кривошипе, можно вычислить момент на валу двигателя: $M_{дв} = \frac{M_{кр}}{k}$ если момент положительный, и $M_{дв} = M_{кр} * k$ если отрицательный.

Зная момент на валу двигателя можно вычислить работу электродвигателя при движении колонны: вверх $A_{под} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_{дв} d\varphi$; вниз $A_{спуск} = \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} M_{дв} d\varphi$.

