

Нагрузки, действующие на штанги лекция 6

Режимы работы скважинной
штанговой насосной установки
Фактор динамичности

Нагрузки, действующие на штанги

На колонну насосных штанг действуют ***постоянные и переменные нагрузки.***

К постоянным или статическим нагрузкам относятся:

- вес колонны штанг в жидкости $R_{шт}'$
- гидростатическая нагрузка, обусловленная разницей давлений жидкости над и под плунжером при ходе его вверх $R_{ж}$.

К переменным относятся:

- инерционная нагрузка $R_{и}$, обусловленная переменной по величине и направлению скоростью движения системы штанга — плунжер;
- вибрационная нагрузка $R_{в}$, вызванная колебательными процессами в колонне штанг вследствие приложения и снятия гидростатической нагрузки на плунжер;
- силы трения, возникающие в результате взаимодействия:
 - колонны штанг и насосно-компрессорных труб $R_{трм}$,
 - обтекания пластовой жидкостью колонны штанг $R_{трг}$,
 - взаимодействия плунжера и цилиндра насоса $R_{трпл}$.
 - перепада давления в клапанах насоса $R_{кл}$, обусловленного их гидравлическим сопротивлением.

Нагрузки, действующие на штанги и их влияние на ход плунжера

Динамика работы ШСН очень сложна.
Упрощённая теория её работы.

При ходе вверх статические нагрузки в точке подвеса штанг складываются из веса штанг $P_{шт}$ и веса столба жидкости $P_{ж}$.

В н.м.т. в результате изменения направления движения, когда возникает максимальное ускорение, к ним добавляется сила инерции P_i , направленная вниз; кроме того, действует сила трения $P_{тр}$, также направленная вниз.

Максимальная нагрузка, возникающая в точке подвеса штанг при начале хода вверх, будет равна

$$P_{max} = P_{шт} + P_{ж} + P_i + P_{тр} \quad (5.1)$$

При ходе вниз нагнетательный клапан открывается и гидростатические давления над и под плунжером выравниваются.

Поэтому нагрузка от столба жидкости со штанг снимается и передается на трубы, так как имеющийся в цилиндре всасывающий клапан при ходе вниз закрыт. Силы инерции, возникающие в в. м. т., направлены вверх. Силы трения также направлены вверх, т. е. в сторону, противоположную направлению движения.

Поэтому нагрузка в начале хода вниз будет минимальной

$$\bullet P_{\min} = P_{\text{ш}} - P_i - P_{\text{тр}} \quad (5.2)$$

Силы $P_i + P_{\text{тр}}$ составляют малую долю от $P_{\text{ш}} + P_{\text{ж}}$.

Для стандартных условий работы они не превышают 5—10%—
Поэтому их влияние на ход плунжера невелико.

При динамическом режиме, кроме рассмотренных, существенными являются инерционные и вибрационные силы.

нагрузка от веса жидкости определяется как произведение площади сечения на разность давлений, действующих снизу $P_{пр}$ и сверху P_n на поверхность плунжера:

$$\bullet \quad P_{ж} = f_{п}(P_n - P_{пр}), \quad (5.3)$$

где P_n - давление, действующее на плунжер сверху;

$P_{пр}$ - давление, действующее на плунжер снизу;

$f_{п}$ - площадь сечения плунжера.

Режимы работы скважинной штанговой насосной установки

- Различают статический и динамический режим работы ШСНУ.
- Для статических режимов работы установки ***динамические составляющие в общей нагрузке, действующей на колонну штанг, являются небольшими и не оказывают значительного влияния на работу всей системы.***
- Режимы работы установки, при которых ***динамические составляющие существенны, называются динамическими.***
- Если же динамические составляющие существенны по величине, они приводят к значительным отличиям в работе СШНУ.

Параметр Коши

- Критерием оценки режима работы установки является параметр динамического подобия, называемый параметром Коши — φ (μ).

$$\varphi = \frac{\omega H}{\alpha}$$

(5.10)

- где
- ω -угловая скорость вращения кривошипа, 1/с.
- H -длина колонны штанг, м;
- α -скорость звука в колонне штанг.
- скорость звука зависит от конструкции штанговой колонны и может быть принята:
- для одномерной колонны $a = 4600$ м/с; для двухмерной колонны $a = 4900$ м/с; а для трехмерной — 5300 м/с.

- Параметр Коши можно использовать для разделения режимов работы установки на статические и динамические. Очевидно, что для такого разделения необходимо принять определенную (граничную) числовую величину параметра Коши.

- Выражая угловую скорость вращения кривошипа ω через число качаний

- $$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (5.11)$$

- где n — число качаний, 1/мин.

Параметр Коши запишем в виде:

- $$\varphi = \frac{\pi n H}{30 \alpha} \quad (5.12)$$

- Для наиболее распространённых условий работы штанговых установок граничная величина параметра Коши может быть принята равной

$$\varphi_{\text{гр}} = 0,4 \quad (5.13)$$