© С.А. Иванов, 2007

УДК 622.132.345

С.А. Иванов

ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ НАСОСА И ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ ЗЕМСНАРЯДАМИ С ПОГРУЖЕННЫМИ ГРУНТОВЫМИ НАСОСАМИ

Оценку максимальной глубины разработки при минимальной глубине погружения грунтового насоса $h_п$ под уровень воды в водоеме производят, исходя из условий бескавитационной работы грунтового насоса.

Вопросы определения величин $h_р$ $h_п$ рассматривались ранее в ряде работ [1, 2], в них на основании анализа параметров гидротранспортной установки были предложены соотношения для определения величин $h_р$ и $h_п$.

Однако анализ предложенных в указанных работах выводов и рекомендаций показал, что в принятых исходных предпосылках для определения зависимостей $h_р$ и $h_п$ от параметров гидротранспортной установки имеются существенные неточности, что и привело к ошибочным результатам.

Поэтому возникла необходимость уточнить существующие зависимости $h_р$ и $h_п$ от параметров земснаряда.

Условия бескавитационной работы земснаряда с погруженным грунтовым насосом может быть записано в следующем виде:

$$Hs_г^{доп} \geq h_р\left(\frac{\rho_г - \rho_о}{\rho_г}\right) - h_п + \sum \Delta h_{вс} \cdot \frac{\rho_о}{\rho_т}, м \qquad (1)$$

где $Hs_г^{доп}$ - допустимая высота всасывания насоса при работе на гидросмеси

$$Hs_г^{доп} = Hs_о^{доп} - H_а\left(\frac{\rho_г - \rho_о}{\rho_г}\right) м,$$

где $Hs_г^{доп}$ - допустимая высота всасывания при работе на воде (с которой производится в каталогах и справочниках), $H_а$ – атмосферное давление, равное 10 м; $h_р$, $h_п$ - глубины разработки и погружения грунтового насоса под уровень воды, $\rho_г$, $\rho_о$ кг/м^3 – плотность гидросмеси и воды, соответственно, $\sum\Delta h_{вс}$, м – суммарные потери напора во всасывающей линии. В соответствии с работой [3] потери напора при гидротранспорте подсчитываются в м, вод. ст, поскольку все остальные члены неравенства (1) выражены в литрах (столба гидросмеси) последний член этого неравенства умножен на отношение $\rho_о/\rho_г$.

Суммарные гидравлические потери напора во всасывающем трубопроводе включают гидравлические потери по длине и на продление местных сопротивлений (в том числе при входе во всасывающий наконечник). Таким образом, выражение $\sum\Delta h_{вс}$ может быть представлено в следующем виде:

$$\sum \Delta h_{вс} = i_г L_{вс} + \sum \Im \frac{V_{вс}^2}{г_д} =$$

$$= i_г \frac{h_р - h_п}{\sin\alpha} + \Im \frac{V_{вс}^2}{2g}, \qquad (2)$$

где $L_{вс}$ – длина всасывающего трубопровода; $i_г$ – удельные потери напора в наклонном трубопроводе при течении гидросмеси; α – угол наклона к горизонту рамы земснаряда; $\Im_г$ – коэффициент местных сопротивлений; $V_{вс}$ – скорость во всасывающем трубопроводе, м/с.

Исходя из отношения (1) можно убедится в том, что при наличии погружного грунтового насоса на земснаряде облегчаются условия его бескавитационной работы, то есть разрежение при входе в насос снижается на величину $h_п$.

После проведения соответствующих преобразований с учетом выражения 2, можно определить взаимосвязь величин $h_п$ и $h_р$.

Максимально возможная глубина разработки

$$h_р \le \frac{H_{s_г}^{доп} + h_п\left(1 + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_г}\right) - \sum \Im \frac{V_{вс}^2}{2g} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_г}}{\frac{\rho_г - \rho_0}{\rho_г} + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_г}} \qquad (3)$$

или

$$h_р \le \frac{H_{s_г}^{доп} + h_п\left(1 + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_г}\right) - \sum \Im \frac{V_{вс}^2}{2g} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_г}}{(\rho_г - \rho_0)\sin\alpha + i_г \rho_0} \times \rho_г \sin\alpha \qquad (3a)$$

Таким же образом, в соответствии с неравенством (1) можно определить необходимую минимальную глубину погружения насоса $h_п$, которая обеспечивает бескавитационную работу земснаряда при глубине разработке $h_р$.

$$h_п \ge \frac{h_р\left(1 - \frac{\rho_о}{\rho_г} + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{\rho_о}{\rho_г}\right) + \sum \Im \frac{V_{вс}^2}{2g} \cdot \frac{\rho_о}{\rho_г} - Hs_г^{доп}}{1 + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{\rho_о}{\rho_г}}, \qquad (4)$$

или

$$h_п \ge \frac{h_р\left(1 - \frac{p_о}{p_г} + \frac{i_г}{\sin\alpha} \cdot \frac{p_о}{p_г}\right) + \sum \frac{V_{вс}^2}{2g} \cdot \frac{p_о}{p_г} - Hs_г^{доп}}{p_г \sin\alpha + i_г p_о} \times (p_г \sin\alpha) \qquad (4a)$$

В работе [2] дана обобщенная зависимость для определения минимально необходимой глубины погружения грунтового насоса. Хотя по своей структуре предложенная зависимость является близкой к соотношению (4), она имеет ряд неточностей. Во – первых, ошибочно указан знак неравенства, во – вторых предлагаемая формула получена исходя из положения сформулированного в работе (1), а именно

$$Hs_г^{доп} + h_р \frac{\rho_о - \rho_г}{\rho_г} + h_п \ge$$

$$\ge (h_р - h_п) \frac{\rho_г - \rho_о}{\rho_о} \sum \Delta h_{bc}$$

Непонятно, что означает первый член правой части неравенства, тем более наличие в его знаменателе плотности воды. Это неравенство справедливо при отсутствии в его правой части этого члена.

В заключении статьи приведены количественные соотношения $h_р$ и $h_п$ на примере, исходные данные для которого приведены ниже:

$h_р = 20$ м, $Hs_о^{доп} = 6$ м, $p_г = 1200$ и 1300 кг/м^3, $\alpha = 60^o$,

$i_г = 0{,}078$, $\sum \Im \Delta h_в = 3$ м,

$$Hs_г^{доп} = 6 \frac{1200 - 1000}{1200} 10 = 4{,}33$$

для случая $\rho_г = 1200$ кг/м^3 и

$$\rho\ Hs_г^{доп} = 6\frac{1300-1000}{1300} = 3,69 \text{ м},$$

при $\rho_г = 1300$ кг/м^3. Исходя из формулы (4) получаем:

$h_п = 3,8$ м при $_г = 1200$ кг/м^3

$h_п = 5$ м при $\rho_г = 1300$ кг/м^3.

Для этого же примера подсчитаем, как можно увеличить глубину разработки при большем погружении насоса.

При $h_п = 4$ м и $\rho_г = 1200$ кг/м^3; $h_р = 22$ м;

при $h_п = 5$м и $\rho_г = 1200$ кг/м^3; $h_р = 27,7$ м.

Таким образом, при увеличении глубины погружения на 1 м глубина разработки может возрасти более, чем на 5 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жарницкий Е.П.* Землесосные снаряды с погружными грунтовыми насосами. Москва, Недра, 1988.
2. *Кириллов В.В.* Исследование и обоснование эксплуатационных режимов погружных грунтовых насосов при разработке месторождений нерудных полезных ископаемых земснарядами. Автореферат, Москва, МГИ, 1983,
3. *Залепукин Н.П, Равинский Л.М, Харин А.И.* Справочник гидромеханизатора. Киев, Будівельник, 1969.

Коротко об авторах

Иванов С.А. – ООО «НПО Гольфстрим.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КОНДРАШОВА Оксана Геннадьевна	Определение ресурса безопасной эксплуатации нефтегазового оборудования путем оценки адаптивных свойств металла по изменению его магнитных характеристик	05.26.03	к.т.н.