

УДК 622.534.22

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ГЛАВНОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ ОТ КАВИТАЦИИ

Веремьёв М.Н., студент; Гавриленко Б.В., доцент, к.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)

Явление кавитации в шахтных насосных установках любых принципов действия и конструкций, в определённых условиях, возникает в подводящем трубопроводе и на входе в рабочие органы насоса. Основная особенность кавитационного режима потока заключается в том, что при наличии жидкости давление в потоке, равное упругости насыщенного пара, является наименьшим возможным и одинаковым по всему сечению. Это обстоятельство оказывает существенное негативное влияние на режим работы насоса [1].

Кавитация, которая возникает в подводящем трубопроводе, в проточной части любых насосов и устройств, перекачивающих жидкость, отрицательно влияет на долговечность и надёжность их работы. Поэтому кавитационный режим работы насосных агрегатов недопустим.

В связи с этим, на кафедре ГЭА, разработано устройство защиты насоса от кавитации, структурная схема которого приведена на рис. 1.

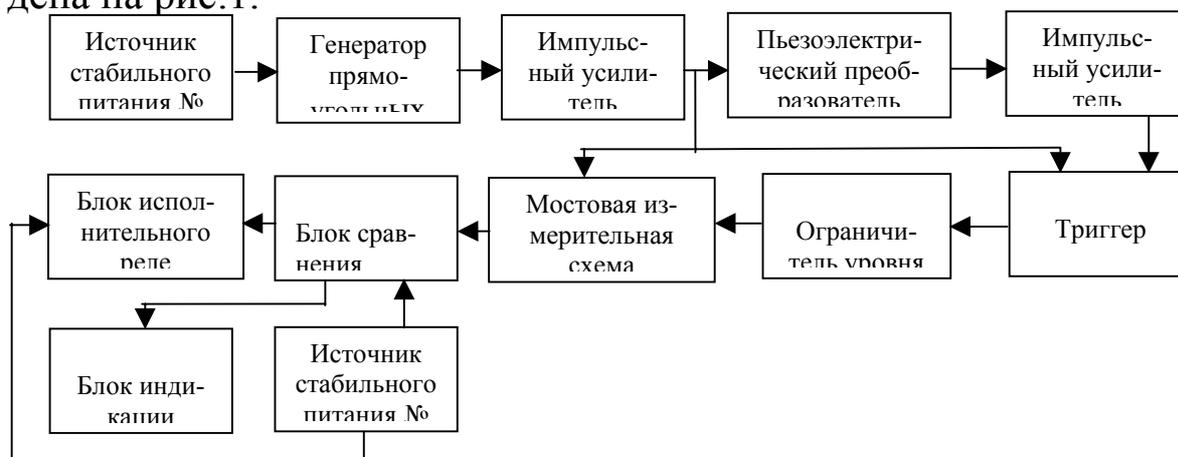


Рисунок 1 – Структурная схема устройства защиты от кавитации

В основу работы устройства защиты положен частотный принцип измерения критического давления, при котором наступает кавитация в потоке (2,1-14,4 кПа).

Устройство работает следующим образом (рис.1): генератор прямоугольных однополярных импульсов, через импульсный усилитель №1 сообщает пьезоэлектрическому приёмнику в ПЭП напряжение постоянной полярности. Частота и длительность импульсов генератора имеют фиксированные значения. Пьезоэлектрический измерительный преобразователь (ПЭП) размещён в подводящем трубопроводе. Источник ультразвуковых колебаний создаёт упругие волны, которые проходят через жидкость и попадают на приёмник. Последний генерирует ЭДС определённой частоты. Далее сигнал поступает на широкополосный импульсный усилитель №2, а с него на триггерную схему. Особенность используемого триггера заключается в том, что предлагаемое схемное включение превращает его в релаксационный элемент. Триггер генерирует сигналы прямоугольной формы, с частотой, которую определяет частота ЭДС с выхода ПЭП, а длительность импульса определяется длительностью импульса генератора. Затем сигнал поступает на ограничитель уровня, а с него на мостовую измерительную схему, где сравниваются два сигнала напряжения. Постоянство их амплитуды обеспечивается ограничителем, а постоянство длительности импульса - кварцевым генератором. Таким образом, ток разбаланса, протекающий в диагонали мостовой схемы, будет однозначно определяться частотой следования импульсов. Частота, в свою очередь, определяется скоростью ультразвука в среде, а последняя зависит от величины критического давления на всасывающем трубопроводе.

Ток разбаланса, протекающий в диагонали мостовой схемы, подчиняется закону, который описывается уравнением вида [2]:

$$I_p = \frac{f_2}{K} \times \sqrt{\frac{E_G \rho_e}{\gamma P_0 \rho_k}}$$

где: f_2 - частота генератора;

K - коэффициент пропорциональности;

γ - коэффициент, который определяется соотношением:

$\gamma \approx \frac{C_p}{C_v}$ -отношение скоростей ультразвука при постоян-

ных давлении и объёме

E_G – модуль упругости Юнга

ρ_w - плотность воды

P_0 – давление на всасе

ρ_k - плотность пьезоматериала

Рабочая характеристика устройства имеет вид, показанный на рис. 2.

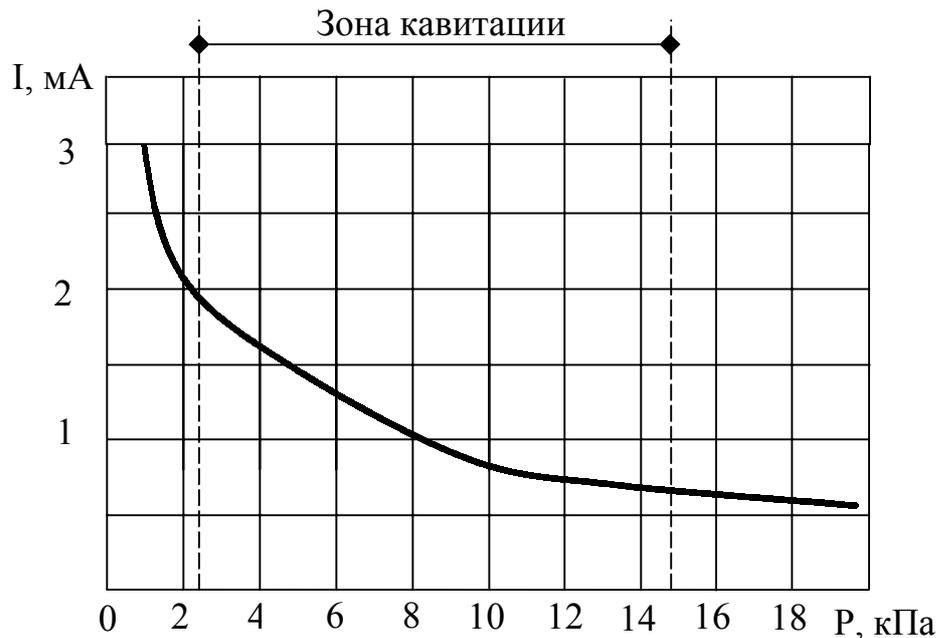


Рисунок 2 – Градуировочная характеристика устройства защиты от кавитации

Сигнал с мостовой измерительной схемы поступает на блок сравнения, где выделяются три уровня интенсивности кавитации, которые показаны на рис.3.

Уровни кавитации:

1- насос близок к зоне кавитации;

2- насос вошел в зону кавитации, но дальнейшая его эксплуатация допустима кратковременно;

3- аварийный уровень кавитации.

Блок сравнения управляет работой блоков индикации и исполнительного реле, отключающего насос в аварийной ситуации.

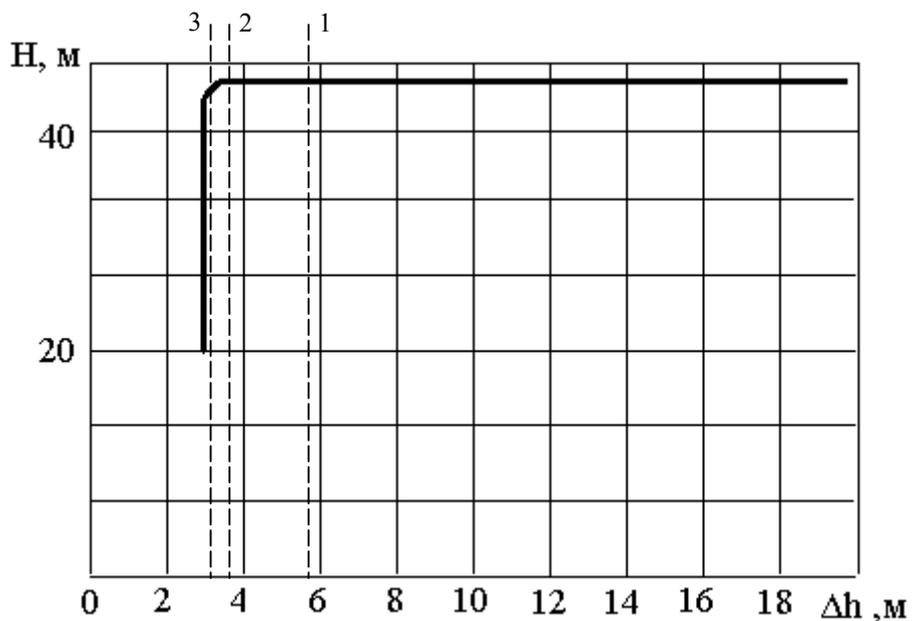


Рисунок 3 – Кавитационная характеристика насоса: 1,2,3- уровни интенсивности кавитации

Существенным достоинством данного устройства является частотный метод измерения и применение мостовой измерительной схемы, что позволяет скомпенсировать аддитивную погрешность средства измерения, повысить его точность и чувствительность.

Таким образом, применение устройства защиты от кавитации позволяет существенно улучшить эксплуатационные показатели работы насоса и защитить рабочие органы от кавитационного износа, исключить влияние кавитации на подачу насоса.

Перечень ссылок

1. Гейер В.Г. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки. Учебник для вузов. М.: Недра, 1987.
2. Кикучий Е.В. Ультразвуковые преобразователи. М.: Мир, 1972.