

Применение вертикальных многоступенчатых насосов типа SGVCF для питания паровых котлов

Использование насосов в качестве питательных насосов для котлов является одним из наиболее сложных применений насосного оборудования. Множество быстро изменяющихся параметров во время работы питательного насоса (температура жидкости, давление на входе в насос и т. д.) усложняют его подбор и требуют проведения тщательного расчета на кавитацию во всем диапазоне работы.

Значительное влияние на срок службы насоса также оказывают внешние условия, такие как: температурные напряжения трубопроводов, чистота перекачиваемой жидкости, химический состав воды, частота включения насоса.

Расчет на кавитацию

Кавитация (от лат. *cavitas* – пустота) – явление вскипания жидкости и последующей конденсации пузырьков пара в потоке, сопровождаемое гидравлическими ударами. Вскипание жидкости происходит в области, где давление падает до давления парообразования. В потоке жидкости такое падение давления происходит обычно в области повышенных скоростей, а именно, для насоса, на входной кромке лопатки рабочего колеса, а также на некоторых неподвижных частях. Пузырьки пара уносятся в глубь рабочего колеса, где под действием разности давления схлопываются, при этом разность давления может достигать тысячи атмосфер, это приводит к гидроударам, выщерблению стенок канала насоса (кавитационная эрозия), также возникают звуковые явления: шум, треск, удары, вибрация. При этом происходит падение подачи, напора, мощности, КПД.

Кавитационные свойства насоса зависят от скорости вращения, степени совершенства входной части насоса, не зависят от выходной части насоса.

Для того, чтобы насос работал без кавитации, необходимо выполнить условие:

$$NPSHA \geq NPSH + 0,5 \dots 1 \text{ м.}$$

$NPSHA$ – кавитационный запас системы (российское обозначение – кавитационный запас, Δh , м) рассчитывается, исходя из имеющейся системы всасывающего трубопровода, и равен:

$$NPSHA = P_{вх.} - P_{н.п.}, \text{ где}$$

$P_{вх.}$ – давление на входе в насос, абсолютное значение (м);

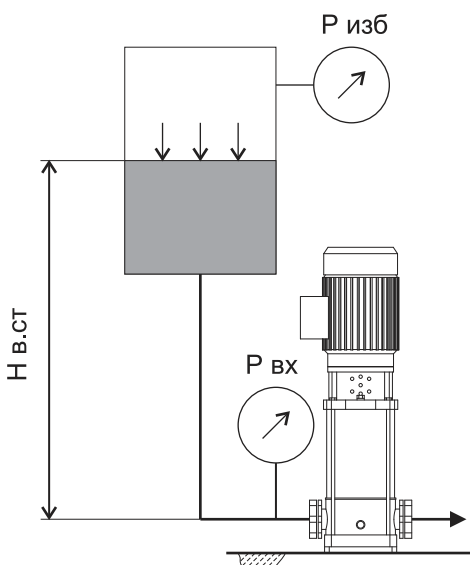
$P_{н.п.}$ – давление насыщенного пара при заданной температуре жидкости (м), табличные данные, см. табл.

Температура воды, °С	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$P_{н.п.}$, м	0.06	0.13	0.24	0.43	0.75	1.26	2.03	3.18	4.83	7.15	10.33

Температура воды, °С	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
$P_{н.п.}$, м	14.60	20.24	27.54	36.84	48.52	63.00	80.74	102.21	127.95	158.52

$NPSH$ (иногда пишут $NPSHr$) – кавитационный запас насоса (российское обозначение – допускаемый кавитационный запас, $\Delta h_{доп.}$, м), берется из характеристики насоса при заданной подаче Q , м³/ч.

0,5...1 м – запас на неточность расчета измерений и т. д..



Пример

Расчет насоса на кавитацию в общем виде (аналогично проводится расчет возможной высоты всасывания).

Вода подается в насос из бака под избыточным давлением $P_{изб.}$

$$P_{вх.} = P_{изб.} + H_{в.ст.} - h_{потери\ всас.} + P_{атм.}, \text{ где}$$

$P_{изб.}$ – избыточное давление (показание манометра / мановакуумметра), м;

$H_{в.ст.}$ – высота столба жидкости над осевой линией входного патрубка насоса, м (для DN менее 1 м);

$h_{потери\ всас.}$ – сумма потерь по всему всасывающему трубопроводу, м;

$P_{атм.}$ – атмосферное давление, м;

«+ $P_{атм.}$ » – т. к. требуется абсолютное значение давления.



ООО "СанГур"

Производство, проектирование, монтаж, поставка насосного оборудования и оборудования для водоочистных систем

тел./факс: +7 (495) 987-12-46

e-mail: info@sangur.ru

web: www.sangur.ru

Применение вертикальных многоступенчатых насосов типа SGVCF для питания паровых котлов

Запишем условие бескавитационной работы:

$$NPSHA \geq NPSH + 0,5 \dots 1 \text{ м.}$$

$$P_{\text{Ризб.}} + h_{\text{в.ст.}} - h_{\text{потери всас.}} + P_{\text{атм.}} - P_{\text{н.п.}} \geq NPSH + 0,5 \dots 1 \text{ м.}$$

Если условия не выполняются, необходимо:

увеличить $P_{\text{Ризб.}}$;

увеличить $h_{\text{в.ст.}}$;

снизить потери на входе в насос $h_{\text{потери всас.}}$ (увеличить диаметр трубопровода, оптимизировать схему прокладки и т.д.);

снизить температуру жидкости, тем самым уменьшиться $P_{\text{н.п.}}$;

подобрать насос с более низким $NPSH$.

Если используется открытый бак, то $P_{\text{Ризб.}} = 0$, тогда необходимо выполнить условие:

$$h_{\text{в.ст.}} - h_{\text{потери всас.}} + P_{\text{атм.}} - P_{\text{н.п.}} \geq NPSH + 0,5 \dots 1 \text{ м.}$$

Минимальный подпор при перекачке кипящих жидкостей

При перекачке кипящих жидкостей резервуары с жидкостью бывают закрытыми и давление на поверхности жидкости равно давлению насыщенного пара, как, например, в конденсаторе или деаэраторе. В этом случае условие бескавитационной работы запишется как:

$$h_{\text{в.ст.}} - h_{\text{потери всас.}} \geq NPSH + 0,5 \dots 1 \text{ м}$$

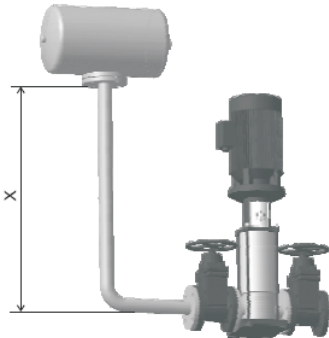
Для выполнения условия бескавитационной работы необходимо увеличивать $h_{\text{в.ст.}}$, снижать $h_{\text{потери всас.}}$ или выбирать насос с более низким $NPSH$.

Нормы проектирования, котельные установки, СНиП II-35-76, пункт 9.13:

«Высоту установки деаэраторов, питательных и конденсатных баков следует принимать исходя из условия создания подпора у центробежных насосов, исключая возможность вскипания воды в насосах».

Для определения высоты, на которой необходимо устанавливать деаэратор, удобно пользоваться следующей таблицей:

Атмосферное давление $P_{\text{атм.}}$, м	10,3 м
Кавитационный запас насоса $NPSH$, м	-
Давление насыщенного пара при заданной температуре жидкости $P_{\text{н.п.}}$, м	-
Избыточное давление в деаэраторе $P_{\text{Ризб.}}$, м	+
Сумма потерь по всему всасывающему трубопроводу $h_{\text{потери всас.}}$, м	-
Запас на неточность расчета, измерений и т. д., м	-1
Высота деаэратора (уровень воды в деаэраторе не учитывается), м	X



Если X имеет отрицательное значение, то это значит, что на такой высоте над насосом необходимо установить деаэратор.

Дополнительные рекомендации:

1. Необходимо провести кавитационный расчет для минимальной и максимальной подачи при максимальной температуре.
2. Необходимо обеспечить достаточное противодавление для предотвращения работы насоса вне рабочей кривой и обеспечить выключение насоса во время работы при низком давлении перед регулирующим клапаном.
3. Установить манометры до и после насоса.
4. Постепенно нагружайте холодный насос для выхода на режим во избежание температурных деформаций.
5. Обеспечьте посменную работу насосов для их периодического охлаждения.
6. Обеспечить отсутствие образования воздушной воронки в емкости, питающей насос.



ООО "СанГур"

Производство, проектирование, монтаж, поставка насосного оборудования и оборудования для водоочистных систем

тел./факс: +7 (495) 987-12-46

e-mail: info@sangur.ru

web: www.sangur.ru