

Надежность скважинных насосных агрегатов. Причины выход из строя. Способы решения.

Основными условиями обеспечения надежно и эффективной эксплуатации насосных агрегатов является правильный подбор насоса под требования системы как с точки зрения параметров, так и условий эксплуатации (стойкость материалов к перекачиваемой среде и т.п.). Большинство проблем, связанных с надежностью насосов закладываются на этапе подбора насоса. Основное условие надежной и эффективной эксплуатации насосов звучит очень просто – Рабочая точка насоса должна находиться в пределах рабочего диапазона насоса.

Рабочая точка насоса - это пересечение характеристики насоса и характеристики системы - «Насос качает столько сколько позволяет ему система». Для того чтобы подобрать правильно насос нужно в обязательном порядке знать характеристику системы, в которой он будет работать и возможное изменение характеристики системы во времени. К сожалению, далеко не всегда специалисты отвечающие за подбор оборудования обладают информацией о характеристике системы и ее изменении во времени.

Если рабочая точка насоса лежит в пределах рабочего диапазона, то обеспечивается эффективная и надежная эксплуатация насоса. При выходе рабочей точки за пределы рабочего диапазона насос работает с низким КПД, но, что не всегда очевидно для конечных пользователей и с низкой надежностью. Рабочий диапазон насоса приведен на характеристики и находится в пределах $0,7 - 1,2 Q_{ном}$ ($Q_{ном}$ – подача, при которой насос имеет максимальный КПД).

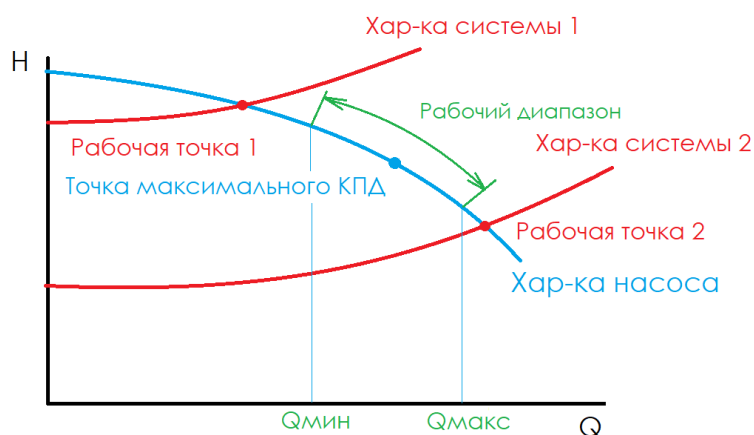


Рис. 1. Рабочий диапазон насоса

При работе скважинного насоса за пределами правой границы рабочего диапазона с подачей больше $Q_{макс}$ может привести к следующим неисправностям:

1. Перегрузка электродвигателя. Повышенный ток электродвигателя.
2. Если подача насоса превосходит дебет скважины, то возможно увеличение песка в перекачиваемой воде (пескование скважины), снижение уровня воды в скважине ниже уровня забора жидкости насосом недостаточное давление на входе в насос может привести к возникновению кавитации.
3. Возникновение в насосе нерасчетной осевой силы, направленной в сторону противоположную электродвигателю. Иногда это явление называют «всплытие» рабочих колес. В результате возможно затирание рабочих колес о неподвижные детали насоса и заклинивание.

Насос работает с повышенной подачей если его напорная характеристика превышает требование системы, рис2. Как правило, это происходит если при выборе насоса назначаются избыточные запасы по параметрам. Такую практику называют «переразмеривание» насосов. Это является основной причиной неэффективной и ненадежной эксплуатации насосов.

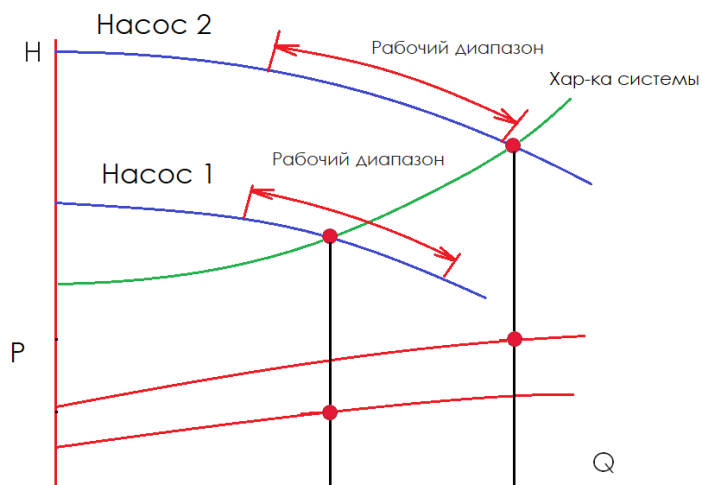


Рис.2. Переразмеривание насоса.

Решение.

1. Применить дроссельное регулирование (задвижкой) для смещения рабочей точки в сторону меньших подач. Это решение является наиболее простым и доступным, но неэффективным с точки зрения энергопотребления.
2. Подобрать насос с меньшим напором. В случае с поверхностными насосами можно подрезать рабочее колесо, применить частотное регулирование.

Эксплуатация скважинного насоса за пределами левой границы рабочего диапазона с подачей меньше Q_{\min} может привести к следующим неисправностям:

1. Выгорание обмотки электродвигателя вследствие недостаточного охлаждения.
2. Оплавление рабочих органов насоса, а также отслоение и разрыв в подшипниковых узлах резины в насосной части вследствие нагрева воды в насосе при циркуляции воды внутри насоса.

Решение.

1. Уменьшить сопротивление системы. Было «Хар-ка системы 1» стало «Хар-ка системы 2», рис.3. Возможно задвижка на напорной линии неисправна или не полностью открыта. Засорение трубопровода. Трубопровод имеет малый диаметр и, следовательно, повышенное сопротивление. Большое количество местных сопротивлений (изгибов поворотов, переходов с одного диаметра на другой и т.д.).

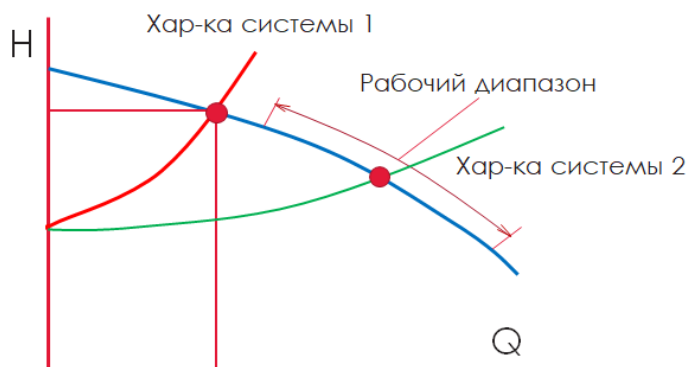


Рис.3. Смещение рабочей точки за счет уменьшения сопротивления системы.

- Уменьшить статическую составляющую в характеристике системы. (Снизить или ограничить максимальный уровень воды в резервуаре и т.п.).

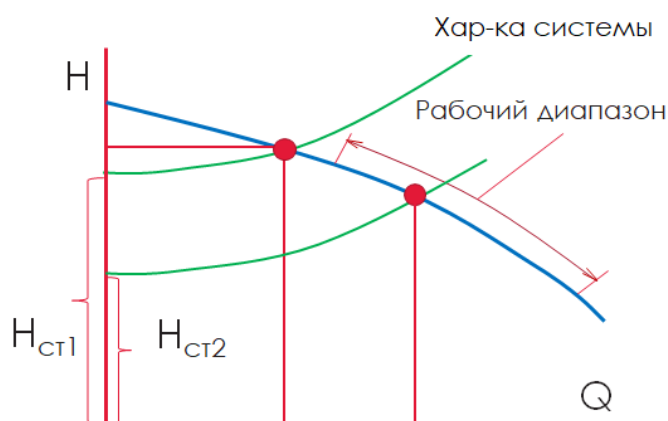


Рис.4. Смещение рабочей точки за счет уменьшения статической составляющей системы.

- Насос подобран неверно и имеет недостаточный напор. Установить насос с большим напором. Рабочая точка сместится вправо в зону рабочего диапазона.

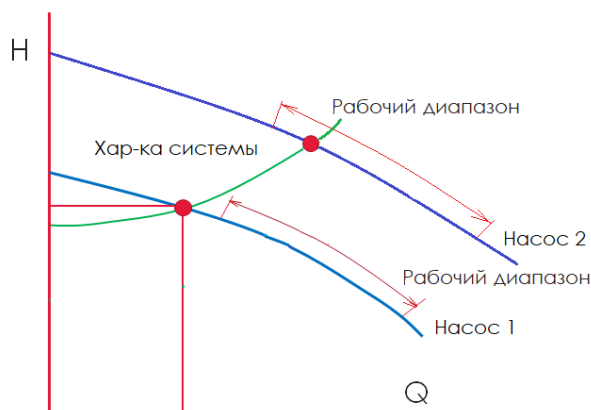


Рис.5. Выбор насоса с большим напором.

Как определить положение рабочей точки.

Положение рабочей точки можно определить путем измерения параметров насоса – подачи напора, мощности. Измерение параметров насоса на объекте имеет специфику и далеко не всегда можно измерить все параметры насоса. В любом случае, необходимо провести перекрестную проверку корректности измерений. Если есть возможность измерить подачу и напор насоса, то мы получаем координаты Q-H рабочей точки. Если нет возможности измерить подачу, то положение рабочей точки можно определить косвенным способом с использованием характеристики насоса и измеренными величинами напора и мощности насоса.

- Напор насоса. Напор насоса можно определить при помощи манометра на оголовке скважины с учетом динамического уровня воды в скважине. $H_{насоса} = H_{дин} + \frac{p_{ман}}{\rho \cdot g}$, где ρ – плотность воды в $кг/м^3$, g – ускорение свободного падения, $м/с^2$, $p_{ман}$ – давление на устье скважины, Па. Если манометр измеряет в других единицах, то необходимо перевести в Па.
- Мощность насоса. Измерить потребляемую электрическую мощность электродвигателя. С учетом КПД электродвигателя рассчитать мощность на валу насоса $P_2 = P_1 \cdot \eta_{эл.дв.}$
- Подача насоса. Измеряется при помощи расходомера, либо косвенным способом путем измерения времени наполнения резервуара известного объема. С использованием Q-H и

Q-P характеристик насоса и измерения напора и мощности насоса. Имея величины напора и мощности проведя горизонтальную линию до пересечения с соответствующей характеристикой определяется величина подачи, рис.6. Полученные таким образом значения Q и Q' должны быть близки.

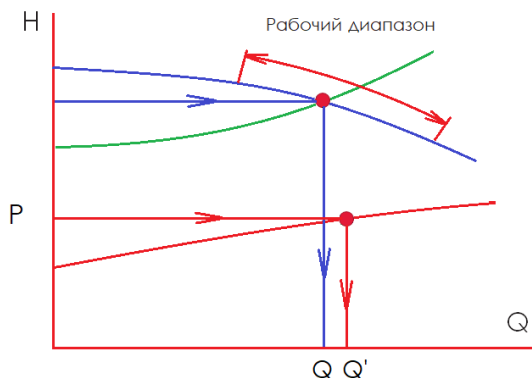


Рис.6. Определение подачи насоса косвенным способом.

Выводы:

Для обеспечения надежной работы насоса необходимо выполнение следующих условий.

1. Рабочая точка должна лежать в пределах рабочего диапазона.
2. Для корректного подбора насоса необходимо знать характеристику системы.
3. Необходимо контролировать положение рабочей точки насоса. в случае выхода рабочей точки за пределы рабочего диапазона предпринять меры по исправлению ситуации.