

## **АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЗАЩИТ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК**

**Гавриленко А.Б., студент; Никулин Э.К., доц. к.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Украина)*

Под гидравлической защитой водоотливных установок понимается защита от работы в режимах, не совпадающих с расчетными. При отклонении рабочего режима насосного агрегата от расчетного, как правило, снижается КПД установки, могут возникнуть опасные перегрузки приводного двигателя, кавитация, перегрев корпуса, растет опасность затопления выработок. Поэтому качественная гидравлическая защита должна быть неотъемлемой частью любой аппаратуры автоматизации водоотливной установки.

Вместе с тем часто выбор гидравлической защиты мало обосновывается. Вместо применения защиты, которая реагировала бы на все или большинство наиболее распространенных неисправностей, применяют защиту, рассчитанную на фиксацию какой-либо одной неисправности, например полный сброс подачи или изменение потребляемой мощности. Для обоснованного выбора защит произведем анализ существующих их видов с учетом технологических особенностей работы насосов на трубопроводную сеть.

Известно, что рабочий режим насосного агрегата графически определяется точкой пересечения напорных характеристик насоса и сети. Следовательно, отклонение режима от расчетного может произойти только вследствие изменения этих характеристик.

Характеристика насоса в процессе эксплуатации может изменяться по различным причинам: подсасывается воздух в подводящем трубопроводе, износились уплотнения рабочих колес, забились всасывающее сечение рабочего колеса посторонними предметами, износились рабочие колеса, увеличилось сопротивление подводящего трубопровода.

Отклонение напорной характеристики сети от расчетной также может быть вызвано различными причинами. В одних случаях это ведет к росту сопротивления сети, в других – к снижению сопротивления. Такими причинами в первом случае являются: неполное открытие задвижки или обратного клапана на нагнетании, уменьшение проходного сечения трубопровода вследствие коррозии или заиливания ; во втором случае – неполное закрытие коммутационной задвижки на напорном коллекторе, нарушение герметичности напорного (магистрального) трубопровода (утечки или порывы), неполное закрытие задвижки на сбросном трубопроводе.

Фиксация изменения любого из перечисленных параметров в принципе может служить основой для установления гидравлической неисправности и защиты от неё. Однако, некоторые из указанных параметров изменяются неоднозначно, а прямое инструментальное измерение их либо затруднено, либо невозможно. В этих случаях приходится использовать косвенные методы контроля таких параметров, что усложняет, снижает качество и надежность защит. Поэтому при выборе защит и средств контроля необходимо учитывать и упомянутые выше факторы.

Поскольку фиксация неисправностей различными видами защит осуществляется с различной эффективностью, то наилучшей следует считать защиту, для которой относительное изменение контролируемого параметра при конечном отклонении рабочего режима от расчетного окажется наибольшим.

В связи с этим следует рассмотреть основные виды гидравлических защит и контролируемые параметры, обеспечивающие наибольшую эффективность этих защит.

Анализ различных видов гидравлических защит водоотливных установок для случаев неисправностей, связанных с изменением характеристики насоса, свидетельствует о преимуществе защиты по расходу в сравнении с защитой по давлению и току, а также о невозможности осуществления качественной защиты по вакууму и по расходу воды через разгрузку без дополнительной информации о состоянии насосной установки. Такой информацией для целей защит, могут служить сигналы от датчиков: перепадомера на подводящем трубопроводе и уровней

воды в водосборнике, что безусловно усложняет блок защиты без существенного улучшения её качества.

Однако, наличия информации от перечисленных выше основных и дополнительных датчиков необходимо и достаточно для создания, например, блока диагностики технического состояния насоса и подводящего трубопровода.

При осуществлении защиты в случае увеличения гидравлического сопротивления трубопроводной сети (напорного трубопровода) предпочтение следует также отдать защите по расходу в трубопроводе в сравнении с защитой по давлению в нём и по току электродвигателя. В случае разрыва трубопровода (или утечки воды из него) различают следующие виды защит: максимальную по расходу, которая реагирует на увеличение расхода во входном сечении трубопровода; минимальную по расходу, которая реагирует на снижение расхода в выходном сечении и дифференциальную, реагирующую на разность расходов во входном и выходном сечениях трубопровода. При этом относительная величина дифференциальной утечки

$\frac{q_{ym}}{Q_0}$  определяется из выражения:

$$\frac{q_{ym}}{Q_0} = \frac{q_0}{Q_0} - \frac{\Delta q}{Q_0},$$

где  $Q_0$  - номинальная подача насоса в рабочем режиме;

$q_0$  - возрастание расхода до  $Q_a$  до места утечки:  $q_0 = Q_a - Q_0$ ;

$\Delta q$  - снижение расхода до  $Q_1$  за местом появления утечки:  
 $\Delta q = Q_0 - Q_1$ .

Максимальная защита по расходу реагирует на  $\frac{q_0}{Q_0}$ , а минимальная – на  $\frac{\Delta q}{Q_0}$ .

Таким образом, наиболее целесообразными видами гидравлических защит от утечек из трубопроводов шахтных водоотливных установок следует считать дифференциальную или минимальную по расходу. Максимальная защита для этих целей не может быть рекомендована, так как она позволяет (и то весьма неудовлетворительно) защитить только  $\frac{1}{3}$  часть приведенной длины трубопровода.