

## ТОПЛИВО, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ТЕПЛО: РЕЗЕРВЫ ЭКОНОМИИ

### Устройства аварийного сброса воды при прорыве сетевых трубопроводов горячего водоснабжения

КОНОНЕНКО А. П., канд. техн. наук, МИЗЕРНЫЙ В. И., ГЛУХМАН Л. Л., ЛЕБЕДЕВ В. М., КЛИМОВ С. В., МАРАСОВ А. В., ШКЛЯЕВ Ю. И., инженеры, Донецкий политехнический институт — Омское отделение ВНИПИэнергпром — Омская ТЭЦ-4

Прорывы сетевых трубопроводов горячего водоснабжения в пределах главного корпуса теплоэлектроцентрали вызывают не только затопление подвального помещения машинного зала, но и приводят к интенсивному испарению перегретой воды. При этом выходит из строя оборудование, в том числе и сетевые насосы, потребители лишаются тепловой энергии, возникают многомиллионные потери; в зимний период появляется необходимость эвакуации людей из неотапливаемого жилья. Поэтому разработка устройств аварийного сброса воды в такой ситуации весьма актуальна.

Рассматриваемые установки должны отличаться минимальным временем выхода на рабочий режим, возможностью автоматизации процессов включения и регулирования производительности в зависимости от протечек горячей воды; максимальной высокой вероятностью запуска и нормальной работы после продолжительного (в течение нескольких лет) простоя в «аварийном» резерве. Она должна обеспечивать значительную подачу (несколько тысяч кубических метров в час) при состоянии воды, близком к фазовому переходу.

В ряде случаев определить места отвода горячей воды в аварийной ситуации достаточно сложно. Решение этой задачи следует искать, исходя из анализа возможных вариантов для каждой конкретной теплоэлектроцентрали.

Известными средствами откачки горячей воды в аварийной ситуации являются центробежные насосы, водо-водяные и пароводяные струйные аппараты, подземные резервуары того же объема, что и сетевые трубопроводы, канализация соответствующей пропускной способности.

Для этих же целей можно использовать менее распространенные эрлифтные установки, в состав которых входит эрлифт, расположенный в зумпфе (приямке), и центробежный воздушный нагнетатель или пароструйный компрессор в качестве источника пневмоэнергии.

При этом газообразное рабочее тело (сжатый воздух, паровоздушная смесь) нагнетается в смеситель эрлифта, расположенный под уровнем перекачиваемой жидкости в зумпфе. Образовавшаяся газожидкостная смесь транспортируется

по подъемной трубе на заданную высоту и разделяется в газоотделителе. Отработанный газ сбрасывается в атмосферу, а жидкость отводится по трубопроводу.

Положительный опыт эксплуатации эрлифтных установок, в том числе и пароструйными компрессорами, получен в условиях Приморской, Нерюнгринской ГРЭС, Экибастузской ГРЭС-1, Новосибирской ТЭЦ-5 и других ТЭС при транспортировании золошлаковых гидросмесей.

Время выхода неавтоматизированных водоотливных средств на рабочий режим можно определить по формулам

$$\begin{aligned}t_n &= t_0 + t_3 + t_a, \\t_{св} &= t_0 + t_a, \\t_{сн} &= t_0 + t_a, \\t_{зв} &= t_0 + t_b + t_a, \\t_{зп} &= t_0 + t_a, \\t_p &= t_n = 0,\end{aligned}$$

где  $t_n$ ,  $t_{св}$ ,  $t_{сн}$ ,  $t_{зв}$ ,  $t_{зп}$ ,  $t_p$ ,  $t_k$  — время выхода на рабочий режим соответственно насоса, струйного водо-водяного и парового аппаратов, эрлифтной установки с воздушным нагнетателем или пароструйным компрессором, резервуара и канализации;  $t_0$  — время обнаружения аварийной ситуации и принятия решения;  $t_3$ ,  $t_a$ ,  $t_b$  — соответственно время, необходимое для заливки центробежного насоса, переключения запорной арматуры, запуска центробежного воздушного нагнетателя.

Из представленных формул следует, что максимальной готовностью к приему аварийных притоков горячей воды характеризуется подземный резервуар и канализация. Однако на каждый километр сетевого трубопровода диаметром 0,5 м требуется примерно 200 м<sup>3</sup> аварийной емкости.

Учитывая значительную в большинстве случаев протяженность трассы трубопроводов горячего водоснабжения, рассматриваемый вариант является малоприемлемым из-за огромных капитальных затрат на сооружение подземных резервуаров. Канализация также мало пригодна в данном случае из-за ограниченной пропускной способности.

Водяной и пароводяной струйные аппараты и эрлифтная установка с пароструйным компрессором имеют примерно одинаковый, приемлемый по продолжительности пусковой период. Однако для работы струйного насоса в рассматриваемых условиях требуется расход рабочей воды давлением приблизительно 1 МПа, равный, по крайней мере, половине аварийного притока.

Штатных насосных установок, которые могли бы дополнительно к основному назначению обеспечить указанные расходы, на теплоэлектроцентралях не имеется, а установка специальных насосов нецелесообразна.

В пароводяных струйных аппаратах 1 т пара давлением примерно 1 МПа обеспечит транспортирование 20—30 м<sup>3</sup> воды. К тому же необходимо учесть, что высокая температура получаемой воды значительно повысит энергоемкость данного способа водоотлива, что делает его применение неэффективным.

Для избежания затопления аварийный центробежный насос необходимо устанавливать не ниже пола машинного зала, вне зоны попадания образующейся при прорыве сетевых трубопроводов водяного пара. Такая схема установки требует заливки насоса непосредственно перед аварийным включением и обеспечения противокавитационных мероприятий в процессе эксплуатации.

В известной мере этим требованиям отвечают погружные насосы. Однако особенности эксплуатации аварийного насоса (длительное нахождение в резерве) не гарантируют безотказного включения в случае необходимости из-за пересыхания сальниковых уплотнений, заклиннения обратных клапанов и арматуры и пр.

Для обеспечения высокой степени готовности аварийного центробежного насоса требуются соответственно высокий уровень подготовки эксплуатационного и ремонтного персонала и периодические контрольные пуски агрегата.

Время запуска центробежного воздушного нагнетателя, оговоренное в технических условиях, составляет для машин заводов Дальэнергомаш и Узбекхиммаш, применяемых в составе эрлифтных установок, примерно 15 мин. Для аварийной схемы сброса воды это неприемлемо. К тому же центробежным нагнетателям при простое в длительном резерве свойственны те же недостатки, что и центробежным насосам.

Приведенный анализ позволяет рекомендовать в качестве аварийного средства сброса воды при прорыве сетевых трубопроводов горячего водоснабжения эрлифтную установку с пароструйным компрессором.

Время запуска ее определяется продолжительностью обнаружения аварии на сетевом трубопроводе, принятия решения и открытия арматуры на трубопроводе перед струйным аппаратом. Ав-

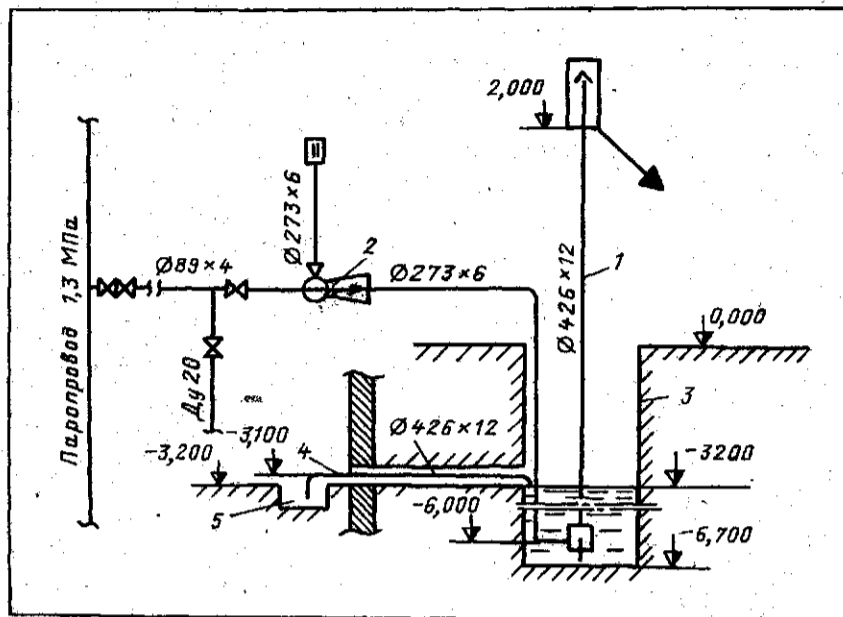


Рис. 1. Схема эрлифтной установки с пароструйным компрессором:  
1 — эрлифт; 2 — пароструйный компрессор; 3 — зумпф; 4 — сифонный трубопровод;  
5 — приемок

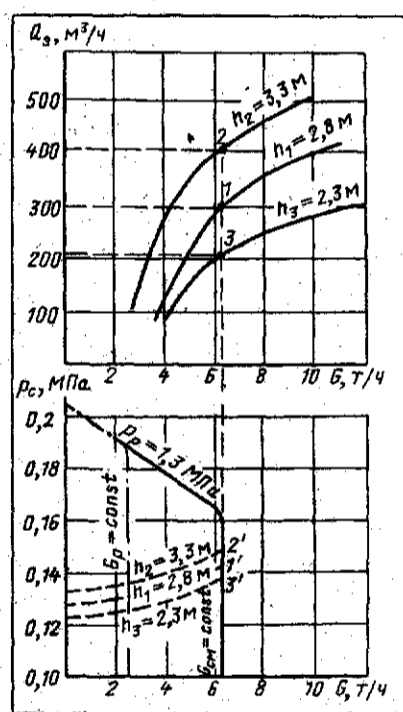


Рис. 2. Эксплуатационные характеристики эрлифта и пароструйного компрессора:  
— расход смеси; — расход пара; — характеристика пневмопровода

томатизация процесса пуска не представляет сложности и заключается в контроле уровня воды в зумпфе эрлифта и подаче сигналов на открытие паровой арматуры перед пароструйным компрессором при достижении уровнем контрольного значения.

Регулирование подачи эрлифтной установки в зависимости от притока воды осуществляется автоматически за счет самовыравнивания — увеличение притока вызывает повышение уровня воды в зумп-

фе и соответственно подачи эрлифта и наоборот. Продолжительный простой эрлифтной установки в резерве требует только периодического контроля состояния запорной арматуры на паропроводе. Остальные узлы и элементы этого устройства являются неподвижными. Это обеспечивает высокую степень его готовности и надежности.

Подача эрлифтной установки практически неограничена, всегда можно установить параллельные подъемные трубы в составе одного эрлифта или организовать одновременную работу нескольких автономных эрлифтов. Максимальная подача одного эрлифта, разработанного для условий системы гидроолошлакоудаления ТЭЦ, в настоящее время составляет 1000 м³/ч.

Рассмотрим конкретную схему эрлифтной установки с пароструйным компрессором, смонтированной в системе горячего водоснабжения Омской ТЭЦ-4.

Насосная станция горячего водоснабжения содержит 12 основных сетевых насосов СЭ2500-60 с подачей 2500 м³/ч и напором 60 м вод. ст. Диаметр сетевых трубопроводов составляет 800 мм, протяженность трассы — более 5 км.

Система аварийного сброса воды разработана, исходя из потребной подачи 1200 м³/ч. В состав системы входят четыре автономных эрлифтных установки с пароструйными компрессорами, подача каждой — 300 м³/ч. Эрлифты располагаются в зумпфах глубиной 6,7 м и диаметром 1,5 м (рис. 1). Высота подъема горячей воды — 2 м, сбрасывается она в открытый циркуляционный водовод.

Циркуляционный водовод защищен от попадания в него масел и других нефтепродуктов благодаря отбору воды для отвода в зумпф эрлифта ниже ее свободного уровня в подвальном помещении машинного зала теплоэлектроцентрали. Расчетный «срыв» сифона при данной температуре воды наступает до попадания масла в зумпф.

В качестве рабочего потока в пароструйном компрессоре используется во-

дяной пар давлением 1,3 МПа и температурой 270 °С. Расход водяного пара составляет 0,69 кг/с.

Пароструйный компрессор в составе эрлифтной установки эксплуатируется на предельном режиме (рис. 2), тем самым обеспечиваются постоянство его производительности по паровоздушной смеси во всем диапазоне изменения подачи смеси эрлифта (от 210 до 410 м³/ч), автоматическая стабилизация и настройка эрлифтной установки на приток.

Таким образом, простота изготовления, монтажа и эксплуатации, высокая готовность и надежность, а также обеспечение широкого диапазона подачи позволяют рекомендовать эрлифтные установки с пароструйным компрессором в качестве средств аварийного сброса воды при прорыве сетевых трубопроводов горячего водоснабжения.

## РЕКЛАМА

### Разработка технической документации для электроремонтного производства

Малое государственное инновационное предприятие «Контекс» при ПО Севказэлектроремонт предлагает на основе прямых договоров разработку конструкторско-технологической документации:

- на ремонт и модернизацию электрических машин переменного и постоянного тока мощностью свыше 100 кВт, напряжением до 10 кВ включительно;
  - силовых трансформаторов мощностью до 80 000 кВт · А, напряжением до 110 кВ включительно, специальных трансформаторов; выпрямительных, печных, сварочных;
  - грузоподъемных электромагнитов;
  - специального технологического оборудования;
  - стендов для испытаний электрооборудования после ремонта;
  - проектно-сметную документацию на техническое перевооружение и реконструкцию предприятий электроремонтного производства.
- Мы окажем помощь в размещении заказов по нашим проектам.

Наш адрес: 344007, г. Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 143. МГИП «Контекс».  
Телефон: 66-93-38; телетайп 123248 «Бу-ря».

РЕКЛАМА