

Холодные и теплые пуски котлов с большим водяным пространством

Определения

Холодный пуск согласно DIN EN 12953-3:

Пуск котла начиная с давления окружающей среды при температуре помещения до нормального эксплуатационного состояния (полный цикл давления)

Теплый пуск согласно DIN EN 12953-3:

Пуск котла из разогретого состояния готовности

Разогретое состояние готовности (сниженный режим):

- При работе с паровым котлом высокого давления уровень давления должен отвечать следующим требованиям:
 - Уровень давления не превышает 40% максимального предусмотренного рабочего давления $p_{s \max}$.
 - Уровень давления составляет максимум 5 бар ниже максимального предусмотренного рабочего давления $p_{s \max}$.
- Максимально предусмотренное рабочее давление $p_{s \max}$ ниже максимально допустимого рабочего давления PS.
- При работе с водогрейными котлами высокого давления уровень температуры должен отвечать следующим требованиям:
 - Соблюдение средней температуры котловой воды t_m на уровне минимум 70°C.
 - Минимальная температура подающей магистрали находится на уровне не более 50 K ниже максимальной предусмотренной температуры подающей магистрали $t_{v \max}$.

Средняя температура котловой воды t_m является средним значением температуры подающей магистрали t_v и температуры обратной магистрали t_r и может быть определена с помощью формулы $t_m = 0,5 \times (t_v + t_r)$.

Максимально предусмотренная температура подающей магистрали $t_{v \max}$ меньше допустимой температуры подающей магистрали TS.

- При использовании водогрейных котлов низкого давления должно обеспечиваться поддержание средней температуры котловой воды на уровне минимум 70°C.

В разогретом состоянии готовности существует ограничение относительно тепловой нагрузки (0 – 100%). В состоянии ниже разогретого состояния готовности тепловая нагрузка ограничивается уровнем макс. 30%.

Условия разогретого состояния готовности могут поддерживаться, например, подачей тепла горелки или поддержанием в теплом состоянии.

Примеры для расчета минимального рабочего давления $p_{s \min}$ для разогретого состояния готовности

- Пример 1:
Паровой котел высокого давления с максимально предусмотренным рабочим давлением $p_{s \max} = 12$ бар
 $\Delta p = 0,4 \times 12 \text{ бар} = 4,8 \text{ бар} \leq 5,0 \text{ бар}$ (макс. допустимая разность давления) $p_{s \min} = 12 \text{ бар} - 4,8 \text{ бар} = 7,2 \text{ бар}$
- Пример 2:
Паровой котел высокого давления с максимально предусмотренным рабочим давлением $p_{s \max} = 23$ бар
 $\Delta p = 0,4 \times 23 \text{ бар} = 9,2 \text{ бар} > 5,0 \text{ бар}$ (макс. допустимая разность давления) $p_{s \min} = 23 \text{ бар} - 5 \text{ бар} = 18 \text{ бар}$

Примеры для расчета минимальной температуры подающей магистрали $t_{v \min}$ для разогретого состояния готовности

- Пример 1:
Водогрейные котлы высокого давления с максимально предусмотренным уровнем температуры $t_v/t_r = 115/95$ °C
 $t_{v \max} = 115$ °C
 $t_{v \min} = 115 - 50$ °C = 65 °C
 $t_{m \min} = 70$ °C (минимальная средняя температура котловой воды),
при $\Delta t = 20$ К величина $t_v/t_r = 80 / 60$ °C
 $t_{v \min} = 80$ °C
- Пример 2:
Водогрейные котлы высокого давления с максимально предусмотренным уровнем температуры $t_v/t_r = 140/110$ °C
 $t_{v \max} = 140$ °C
 $t_{v \min} = 140 - 50$ °C = 90 °C,
при $\Delta t = 30$ К величина $t_m = 0,5 \times (90 + 60) = 75$ °C > 70 °C
 $t_{m \min} = 70$ °C (минимально допустимая средняя температура котловой воды),
при $\Delta t = 30$ К величина $t_v/t_r = 85 / 55$ °C
 $t_{v \max} - t_{v \min} = 140 - 85$ °C = 55K > 50K (максимально допустимая разница температуры)
 $t_{v \min} = 90$ °C

Цикл частичного давления:

Циклом частичного давления является падение давления ниже предусмотренного уровня давления p_s и повторный рост до предусмотренного уровня давления p_s .

Нагрузка

Холодный старт:

В сравнении с нормальным рабочим состоянием при холодном пуске котлов с большим водяным пространством фиксируются значительные значения разницы температуры между температурой внутренних компонентов, проводящих топочные газы, и температурой окружающей их оболочки корпуса котла. Возникающее вследствие этого линейное удлинение приводит к повышению натяжения в конструктивных элементах и соединяющих их сварных швах.



Частые пуски и вызываемое этим образование натяжения могут повредить корпус котла!

Теплый пуск:

Поскольку продолжительный отбор мощности, как правило, не обеспечивается, теплые пуски являются нормальным рабочим состоянием.



Частые пуски горелки приводят к повышенному потреблению энергии при предварительной или дополнительной продувке газоходов. Связанное с этим частое изменение нагрузки оказывает дополнительную нагрузку на котловой блок и таким образом может снизить срок его службы.

Рекомендуемые рабочие состояния

Холодный старт:

Как и холодные пуски, которых невозможно избежать, например, при первом вводе в эксплуатацию или при проведении ревизии, для котлов с большим водяным пространством также необходимо свести к минимуму количество холодных пусков, обусловленных особенностями эксплуатации. Кроме того, в идеальном варианте котлы с большим водяным пространством должны поддерживаться в разогретом состоянии готовности в пределах всего срока службы.

В течение 20-летнего периода эксплуатации при проведении ежегодной ревизии в идеальном случае должны быть выполнены лишь 20 холодных пусков.

С учетом отключений, дополнительно требуемых на практике, например, вызванных необходимостью простоев котла, мы рекомендуем ограничить количество холодных пусков котла в течение всего периода эксплуатации до макс. 100.

Теплый пуск:

Количество теплых пусков зависит от различных граничных условий. К таким условиям относятся, например, отбор нагрузки по сравнению с размером котла, текущее теплотребление установки, а также регулировочная характеристика горелки.



Определение параметров установки и управление установкой, соответствующие текущей потребности, позволяют свести количество пусков горелки к минимуму. Котловым установкам с правильно определенными параметрами, как правило, достаточно менее 5 пусков горелки в час.

Циклы частичного давления:

Допустимое количество циклов частичного давления зависит от максимально допустимого рабочего давления PS (см. заводскую табличку) и составляет:

- в интервале давления $\Delta p = 10\%$ от PS: **1.000.000**
- в интервале давления $\Delta p = 20\%$ от PS: **100 000**
- в интервале давления $\Delta p = 40\%$ от PS: **10 000**