

В статье предлагается методика определения минимального количества пара, необходимого для поддержания на нефтехимических предприятиях технологического паропровода в горячем резерве.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РЕЖИМУ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПАРΟΣНАБЖЕНИЯ ПРИ МИНИМАЛЬНЫХ РАСХОДАХ ПАРА НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

М.Ф. ШАГЕЕВ, Э.А. АХМЕТОВ,
С.А. ЛИВШИЦ, Р.В. АХМЕТОВА
Р.Ф. ХУСНУТДИНОВ

Казанский государственный
энергетический университет
ТГК «Уруссинская ГРЭС»

г. Казань

На практике достаточно сложной проблемой является урегулирование отношений между потребителями и производителями тепловой энергии, транспортируемой в виде пара. Особенно актуальным этот вопрос становится в тех случаях, когда поставка пара на предприятия производится в периодическом режиме или в режиме ремонта основного оборудования. Общеупотребительных методик определения количества пара, необходимого для поддержания паропровода в горячем резерве, на сегодняшний день не существует. В работе предлагается методика определения минимального количества пара, потребного для поддержания паропровода в горячем резерве. Условия минимизации аргументируются предположением полной конденсации пара в конце паропровода.

Исходя из предложенной методики, сначала предполагается проведение гидравлического расчета паропровода. Данная методика расчета в полном объеме изложена в литературе [1].

После проведения гидравлического расчета предполагается проведение теплового расчета с уточнением потерь через изоляцию трубопровода с учетом сезонного колебания температур наружного воздуха.

Для поддержания паропровода в горячем состоянии необходимо определить минимальное количество добавочной теплоты, которое будет компенсировать потери в окружающую среду. В рассматриваемом случае потери теплоты будут компенсироваться за счет конденсации пара.

Расход минимального количества пара, необходимого для поддержания технологического паропровода в горячем состоянии, определяется по формуле, кг/с:

$$D = \frac{Q}{(i_{\text{нач}} - i_{\text{кон}})}, \quad (1)$$

где Q – количество теплоты, теряемой через наружные ограждения трубопровода, Вт;
 $i_{\text{нач}}$ – энтальпия среды в начале трубопровода, Дж/кг;

$i_{\text{кон}}$ – энтальпия среды в конце трубопровода, Дж/кг.

Потери теплоты с учетом длины трубопровода находятся по формуле:

$$Q = q \cdot l, \quad (2)$$

где q – плотность теплового потока через теплоизолированную поверхность паропровода, Вт/м, определяется по [3];
 l – длина трубопровода, м.

Подставляя формулу (2) в формулу (1), получим:

$$D = \frac{q \cdot l}{(i_{\text{нач}} - i_{\text{кон}})}, \quad (3)$$

Для учета влияния температуры окружающей среды на Q и D в формулу (3) необходимо ввести температурную поправку. Тогда формула (3) будет иметь вид:

$$D = \frac{q \cdot l}{(i_{\text{нач}} - i_{\text{кон}})} \left(\frac{t_{\text{ср}} - t_{\text{окр}}}{t_{\text{ср}} - t_{\text{ср.год}}} \right), \quad (4)$$

где $t_{\text{ср}}$ – средняя температура среды в трубопроводе, °С;

$t_{\text{окр}}$ – температура наружного воздуха в рассматриваемый период, °С;

$t_{\text{ср.год}}$ – среднегодовая температура наружного воздуха, °С, определяется по [1].

Наличие местных потерь в паропровode может привести к возрастанию тепловых потерь Q , поэтому необходимо ввести соответствующую поправку в расчет расхода пара (формула 4). Введя коэффициент местных тепловых потерь β , учитывающий потери запорной арматурой, компенсаторами, опорами (согласно [3] принимается 1,15 для паропроводов диаметром 150 мм и более), расход среды в трубопроводе можно определить по формуле:

$$D = \beta \frac{q \cdot l}{(i_{\text{нач}} - i_{\text{кон}})} \left(\frac{t_{\text{ср}} - t_{\text{окр}}}{t_{\text{ср}} - t_{\text{ср.год}}} \right) \quad (5)$$

Для поддержания нормального гидравлического режима работы паропроводов при минимальном расходе пара необходимо наличие конденсатоотводчиков по всей протяженности паропровода, с учетом нормативов [2].

По данной методике был исследован режим работы системы пароснабжения нефтехимического предприятия при минимальном расходе пара через трубопровод от источника пара. Протяженность трубопровода – 1500 м, диаметр 200 мм и тепловая

изоляция удовлетворяет [3], давление пара в паропроводе 1,3·10⁶ Па, температура пара в начале 240 °С.

Результаты расчета суммарных перепадов давления в зависимости от расхода пара в паропроводе приведены на рисунке.

Результаты теплового расчета при различных температурах окружающей среды сведены в таблицу.

Представленный метод позволяет снять вопрос об определении минимального количества пара, необходимого для поддержания на предприятиях технологических паропроводов в горячем резерве.

В таблице приведены результаты минимального расхода пара, который полностью превращается в конденсат в зависимости от температуры наружного воздуха. В связи с тем что на выходе из паропровода нефтехимического предприятия должен выходить пар, по выполненному гидравлическому расчету составлен график перепада давления в зависимости от расхода пара в паропроводе (см. рис.) ■

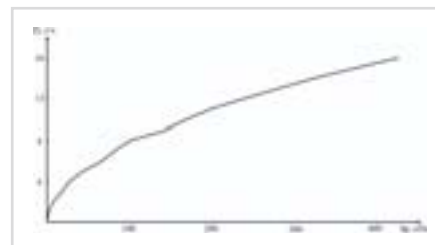


Рис. Суммарный перепад давления (δр) в зависимости от расхода пара (D) в паропроводе

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательство МЭИ, 2001.
- Строительные нормы и правила. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. – М.: ГОССТРОЙ России. – 2003.
- Строительные нормы и правила. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: ГОССТРОЙ России. – 2003.

Температура окружающей среды (С0)	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35
Минимальный расход пара (т/ч)	0,383	0,375	0,368	0,360	0,352	0,345	0,337	0,329	0,322	0,314	0,307	0,299	0,291	0,284	0,276

Табл. Результаты теплового расчета при различных температурах окружающей среды