

УДК 620.9

М. И. Гавриков, П. В. Осипов, В. А. Микула

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

tes.urfu@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ И ПАРΟΣНАБЖЕНИЯ

В работе рассмотрен вопрос эффективности систем пароснабжения. Представлена классификация систем парового отопления. Отражены направления реновации данной технологии.

Ключевые слова: *паровое отопление; пароснабжение.*

M. I. Gavrikov, P. V. Osipov, V. A. Mikula

Ural Federal University, Ekaterinburg

STEAM DISTRIBUTION AND STEAM HEATING SYSTEMS EFFICIENCY

The paper deals with steam system efficiency. The classification of steam heating systems is presented. The list of possibilities for steam heating system renovation are proposed.

Keywords: *steam heating; steam distribution.*

Основное назначение любой системы теплоснабжения состоит в обеспечении жилых, общественных и производственных зданий необходимым количеством теплоты с помощью теплоносителя заданных параметров. Первая система централизованного отопления в России была паровой, но исторически так сложилось, что на сегодняшний день в Екатеринбурге и других крупных городах приоритет отдается водяной системе, а пар в основном используется для технологических нужд предприятий.

© Гавриков М. И., Осипов П. В., Микула В. А., 2018

Примером одной из самых крупных систем, где в качестве теплоносителя для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологии используется пар, является инфраструктура Нью-Йорка, эксплуатируемая с 1880 г. В настоящее время отапливается около 2000 жилых зданий, в дополнение к этому пар потребляется предприятиями малого бизнеса, медицинскими учреждениями. Кроме централизованной системы отопления домов, применяются также индивидуальная система парового теплоснабжения.

Известно, что пар как теплоноситель имеет ряд достоинств:

- универсальность, т. е. возможность покрытия различных видов теплопотребления;
- меньшие расходы электроэнергии на транспортировку;
- незначительность статического давления даже у очень высоких зданий из-за малой плотности пара;
- малую инерционность и быстрый прогрев системы;
- небольшие размеры отопительных приборов.

Последние два пункта объясняются физико-техническими особенностями теплоносителя-пара. Теплосодержание 1 кг пара больше теплосодержания 1 кг воды на величину скрытой теплоты парообразования. Например, при манометрическом давлении обоих теплоносителей 0,02 МПа эта разница составит 535,9 ккал/кг.

Общее количество тепла Q (ккал/ч), получаемого нагревательным прибором, рассчитывается по формуле:

$$Q = [c_{\text{п}}(t_{\text{п}} - t_{\text{н}}) + r + c_{\text{в}}(t_{\text{н}} - t_{\text{к}})]G,$$

где $c_{\text{п}}$ – теплоемкость пара, ккал/(кг·град); $c_{\text{в}}$ – теплоемкость воды, ккал/(кг·град); r – скрытая теплота парообразования, ккал/кг; $t_{\text{п}}$ – температура пара, поступающего в прибор; $t_{\text{н}}$ – температура насыщения пара; $t_{\text{к}}$ – температура конденсата, вытекающего из прибора; G – количество пара поступающего в прибор, кг/ч.

Теплоноситель требуемых параметров для системы пароснабжения получают с помощью парового котла, отбора пара из паровой турбины или редуционно-охладительной установки.

Классификация систем парового отопления по техническим параметрам приведена в таблице [1, 2].

Классификация систем парового отопления

Параметр	Виды
В зависимости от значения избыточного давления:	низкого давления (до 0,07–0,1 МПа); высокого давления (0,1–0,3 МПа); вакуумное (ниже атмосферного).
По расположению основной распределительной линии:	нижняя разводка; средняя разводка; верхняя разводка.
По количеству труб, присоединенных к нагревательному прибору:	однотрубные; двухтрубные; многотрубные.
По схеме сбора конденсата:	открытая; закрытая.
По типу конденсатопровода, относительно уровня воды в котле:	сухой (верхний) конденсатопровод; мокрый (нижний) конденсатопровод.
По типу слива конденсата:	самотечный слив; возврат при помощи насоса.
По направлению движения пара и конденсата:	попутное; обратное; тупиковое.

Кроме источника пара, принципиальная схема включает также нагревательные приборы, арматуру и систему трубопроводов. Схемы одно и двухтрубных систем показаны на рисунке [3].

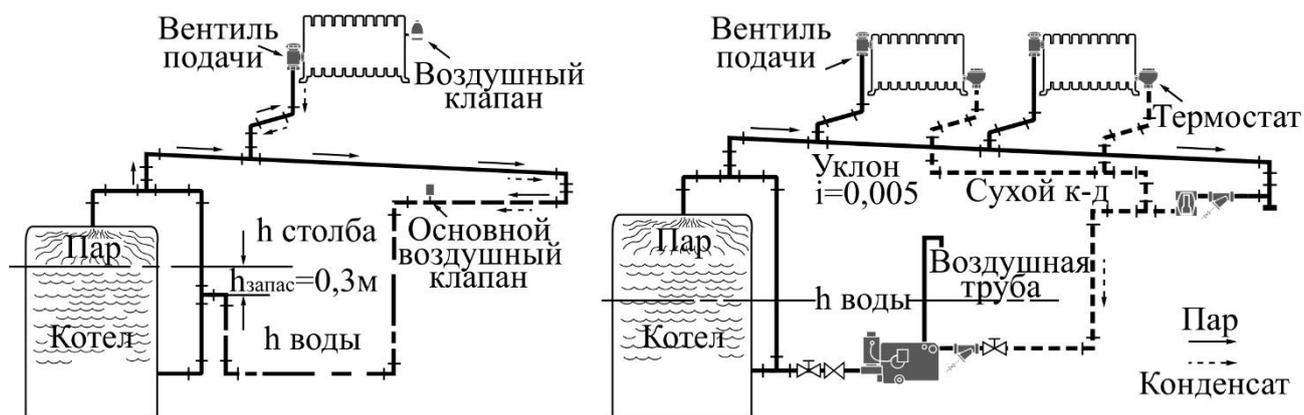


Схема паровой системы отопления: однотрубная (слева), двухтрубная (справа)

Образовавшийся в котле пар, движется к нагревательным приборам. При этом пар должен вытеснить воздух в системе, как более тяжелую среду. В процессе охлаждения происходит

конденсация, и скрытая теплота парообразования через стенки прибора передается потребителю. Конденсат возвращается по конденсатопроводам обратно в котел. Основным отличием парового отопления от водяного является система удаления воздуха по пути следования пара и конденсата (через воздушные клапаны и воздушную трубу).

Паровые системы высокого давления предполагают, прежде всего, получение пара для технических нужд в производственной котельной. С распределительной гребенки пар после редуционного клапана с давлением до 0,3 МПа может быть подан на калориферы вентиляции и нагревательные приборы. Необходимо учитывать, что применять перегретый пар в качестве теплоотдающей среды в нецелесообразно.

Таким образом, в паровых системах отопления теплоотдача 1 м² поверхности нагревательного прибора больше на 35–40 % по сравнению со случаем, когда используется теплоноситель-вода. Дополнительное повышение энергоэффективности существующих систем парового отопления и пароснабжения возможно за счет реализации комплекса мероприятий на источнике, сетях и у потребителей, а именно:

- наладка режима работы парового котла с учетом реальной нагрузки потребителей;
- проведение наладочного и поверочного расчета паропроводов;
- установка дополнительных воздушных клапанов по высоте стояка, для равномерного распределения пара по этажам;
- установка дополнительных шайб или регулирующих термостатов на входе в нагревательный прибор для исключения перетопа.

Примером реализации системы эффективного пароснабжения является проект компании Radiator Labs [4], на практике показавшей возможность снизить на треть затраты на отопление в жилом здании.

Список использованных источников

1. Дроздов В. Ф. Отопление и вентиляция. Отопление : учебник для строит. вузов. М. : Высш. школа, 1976. 270 с.

2. Dampfheizungen [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bosy-online.de/Dampfheizung.htm> (дата обращения: 24.11.2018).
3. TES 375B Steam Heating Application Manual [Электронный ресурс]. URL: <http://bellgossett.com/hoffman-specialty-products/> (дата обращения: 24.11.2018).
4. Controlling Steam Radiators [Электронный ресурс]. <https://www.nytimes.com/2016/03/13/realestate/radiators-steam-heat-temperature-control.html> / (дата обращения: 24.11.2018).