

Минко В. А., д-р техн. наук, проф.,
Семиненко А. С., ст. препод.,
Гулько И. В., аспирант,
Елистратова Ю. В., магистр,
Колца Л. Н., магистр,
Ткач Л. В., студент

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ НАКИПИ НА РАБОТУ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

ovk.bel@gmail.com

Рассмотрены особенности работы систем отопления в условиях образования накипи на внутренней поверхности трубопровода системы. Определены изменения характеристики сети при различной толщине отложений. Представлена зависимость изменения требуемого напора в системе для поддержания расчётного расхода в условиях «зарастания» трубопровода.

Ключевые слова повышенные энергозатраты, «зарастание» трубопроводов, отложения накипи, уменьшение расхода теплоносителя, снижение теплоотдачи, понижение тепловой эффективности, ухудшение теплообмена, перерасход электроэнергии, критические значения показателей работы.

Российские дома обладают очень низкой энергоэффективностью. Расход теплоэнергии (отопление, горячая вода) составляет 74 кг условного топлива на кв.м. в год [1], что в несколько раз выше, чем в Европе.

Одной из основных причин повышенных энергозатрат является ухудшение параметров работы (проходимость трубопроводов, теплоотдача отопительных приборов и т.д.) систем отопления, вследствие образования накипи на рабочих поверхностях, которое происходит при высокой концентрации солей жёсткости в теплоносителе [2, 3].

По мере нарастания слоя накипи уменьшается проходное сечение трубопроводов, что приводит к снижению расхода теплоносителя, нарушению его распределения по стоякам [3, 4, 5], уменьшению теплоотдачи отопительных приборов.

Поддерживать оптимальные параметры микроклимата при расчётных температурах становится невозможным без подачи дополнительного тепла или электроэнергии.

Такая тенденция, постепенного снижения тепловой эффективности элементов систем отопления за счёт образования накипи на поверхностях нагрева, характерна для многих регионов России.

Во многих городах, в том числе в г. Белгороде, эксплуатируются так называемые комбинированные системы теплоснабжения, в которых часть нагрузки на горячее водоснабжение присоединена по закрытой схеме, а часть – по открытой. При открытой системе горячего водоснабжения достаточно сложно поддерживать необходимые параметры теплоносителя и большие количества технической воды по экологическим соображениям не очищаются до необхо-

димого качества. Это усугубляет проблему образования накипи.

Исследования зависимости снижения параметров работы системы отопления от толщины слоя накипи незначительны. Предлагается определить уменьшение расхода от степени «зарастания» труб.

Для учета снижения пропускной способности трубопроводов при уменьшении диаметра производится гидравлический расчет. Более удобным для расчёта систем отопления, работающих в условиях переменного диаметра, является способ расчёта по характеристикам сопротивления и проводимостям, где потери давления определяются по формуле (1):

$$\Delta p_{yч} = S_{yч} G_{yч}^2 \quad (1)$$

где S – характеристика гидравлического сопротивления на участке, Па/(кг/ч)²; $G_{yч}$ – расход теплоносителя на участке (кг/ч)

Характеристика сопротивления $S_{yч}$ меняется при изменении внутреннего диаметра d_v . Общая характеристика гидравлического сопротивления последовательно соединённых n участков определяется по формуле (2):

$$S_{общ} = \sum_{i=1}^n S_i \quad (2)$$

Общая характеристика гидравлического сопротивления параллельно соединённых $2x$ участков (характеристика сопротивления узла):

$$S_{уз} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}}\right)^2} \quad (3)$$

Характеристики сопротивления узлов, соединённых последовательно с участками, суммируются с характеристиками сопротивления этих участков.

И если потери давления в системе оставлять неизвестными, можно проследить за изменением расхода вследствие уменьшения внут-

ренного диаметра трубопровода используя формулу (4):

$$G_{\text{сист}} = \sqrt{\frac{\Delta p_{\text{сист}}}{S_{\text{сист}}}} \quad (4)$$

где $S_{\text{сист}}$ – характеристика гидравлического сопротивления в системе, Па/(кг/ч)²; $G_{\text{сист}}$ – расход теплоносителя в системе (кг/ч).

Для типовой П-образной системы централизованного отопления 5-ти этажного дома [5] характеристика сети в условиях образования на внутренней стенке трубопровода накипи различ-

ной толщины, представлена на рисунках 1, 2.

Потери давления в системе остаются неизменными и составляют, например, 20 кПа. В соответствии с диаграммой 1, при уменьшении внутреннего диаметра трубопровода на 1 мм, расход в системе падает на 8 %, при «зарастании» внутреннего диаметра на 5 мм, расход снижается на 29%, а при «зарастании» на 10 мм, снижение расхода составляет 60 %.

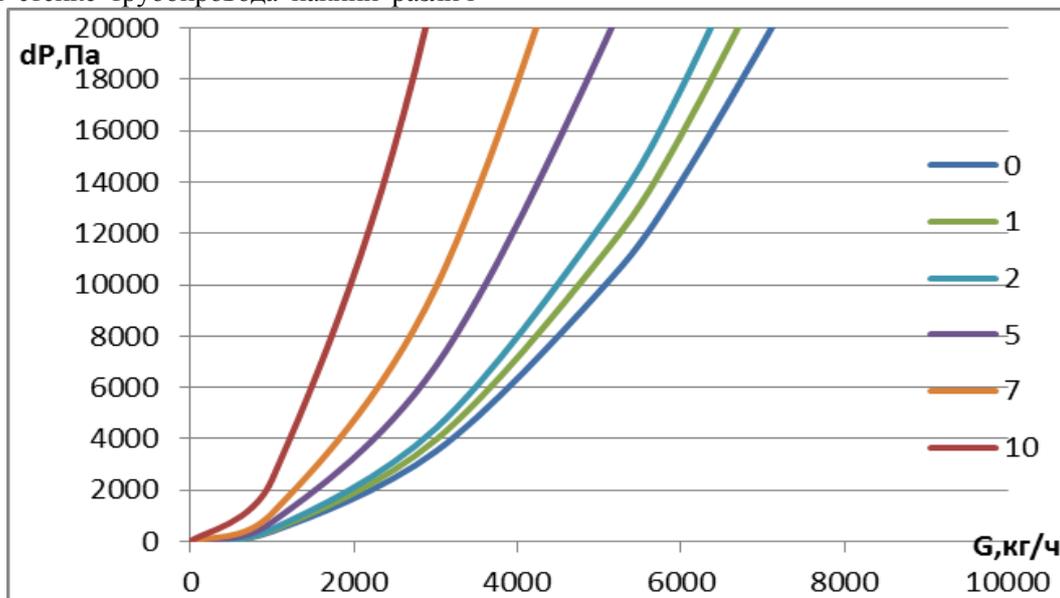


Рис. 1. Характеристика сети при различной толщине отложений

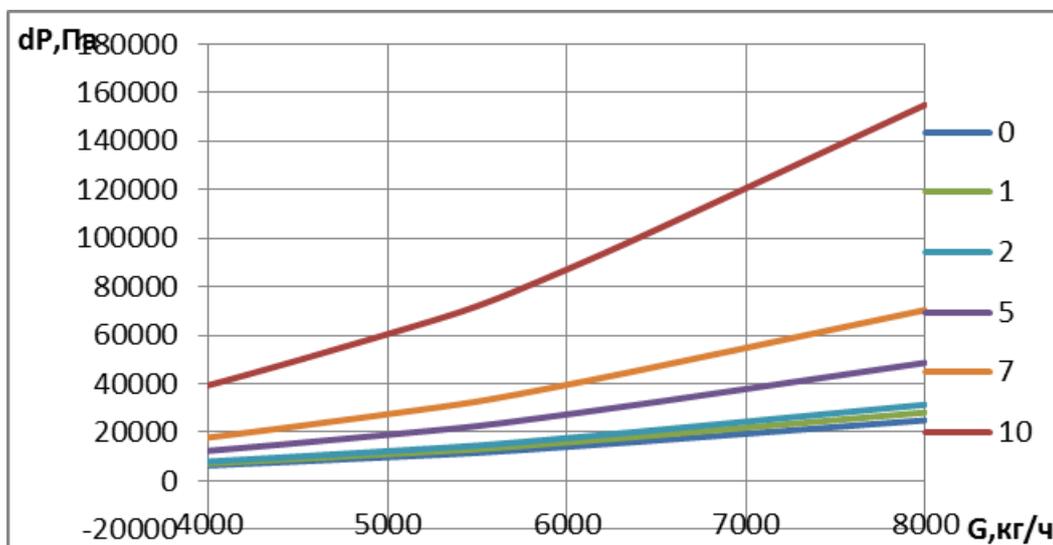


Рис. 2. Определение требуемого перепада давления

В соответствии с диаграммой 2, определяется требуемый напор в системе для поддержания расчётного расхода теплоносителя. При «зарастании» трубопроводов системы на 1 мм, для поддержания расчётного расхода необходимо увеличить напор на 20 %. При уменьшении внутреннего диаметра трубопроводов на 5 мм расчётный расход теплоносителя будет поддерживаться при

увеличении разности давления в 2 раза. При «зарастании» внутреннего диаметра на 7 мм, требуемый напор увеличивается в 6 раз от расчётного.

На основе полученных результатов расчета приходим к выводу о целесообразности учета возможного отложения солей жесткости в системах отопления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парамонова, Е.Ю., Елистратова, Ю.В., Семенов, А.С. Проблема перетопов и недотопов в отопительный период // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 48-50.
2. Кобелев, Н.С., Минко, В.А., Кобелев, В.Н., Семенов, А.С., Гунько, И.В., Токарева, А.В., Тарасов, Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65
3. Минко В.А., Подпоринов Б.Ф., Семенов А.С. Комплексное проектирование установок центрального водяного отопления зданий жилищно-гражданского назначения. // Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. 184с.
4. Огаркова Т.Г. Елистратова Ю.В., Семенов, А.С. К определению проектного расхода тепла на отопление // Современные наукоемкие технологии. 2013. №8-1. С. 44-48.
5. Тютюнов Д.Н., Кобелев Н.С., Федоров С.С., Студеникина Л.И., Пихлап А.Ф., Бойцов А.В., Минко В.А., Семенов А.С. Исследование зависимости температуры теплоносителя от длины трубопроводов системы отопления // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. №3 (48). С. 167-171.