

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ВОДОПОДГОТОВКЕ КОТЕЛЬНЫХ И ГОРЯЧЕМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

Большинство муниципальных котельных (около 80 % [1]) используют для питания котлов «сырую» воду без какой-либо предварительной водоподготовки. По этой причине на внутренних стенках труб котлов с течением времени образуется отложение солей (рис. 1), что приводит к снижению технико-экономических показателей работы котлов и их выходу из строя. При толщине слоя накипи в 1 мм потери тепловой энергии составляют 10–12 %, при слое в 10 мм — до 50%. Достаточно высокий уровень отложения солей возникает и на внутренних поверхностях теплообменников горячего водоснабжения (ГВС) центральных и крупных индивидуальных тепловых пунктов (ЦТП и ИТП) при их многолетней работе на подготовленной водопроводной воде без периодических промывок (рис. 2). Применяемые на крупных котельных водоподготовительные установки (ВПУ) с традиционными технологиями требуют постоянного расхода реагентов на регенерацию фильтров и затрат воды на собственные нужды, что приводит к загрязнению водоемов сточными водами.

В последние годы достаточно широкое применение в котельных и системах теплоснабжения и горячего водоснабжения получили системы дозирования реагентов (комплексонов), позволяющие резко снизить затраты на водоподготовку, уменьшить скорость коррозии трубопроводов, удалить существующие солевые отложения с внутренних поверхностей трубопроводов и теплообменных аппаратов. Первоначально область применения таких систем дозирования были котельные, затем сфера их применения расширилась до систем тепло- и водоснабжения предприятий, ЦТП и ИТП. Большое распространение в теплоэнергетике получили антинакипины и ингибиторы коррозии ОЭДФ, НТФ, ИОМС, и другие реагенты отечественного и зарубежного производства. Ориентировочные расчеты показывают [2], что использование антинакипинов в водоподготовке позволяет снизить



Рис. 1. Отложение солей в котловой трубе



Рис. 2. Отложение солей в трубке бойлера ГВС

затраты на водоподготовку по сравнению с Na-катионированием до 10 раз.

Системы дозирования реагентов, используемые в энергетике и коммунальном хозяйстве, делятся на две группы.

1. Эжекционные, работающие от энергии потока жидкости в трубопроводе, в который дозируется реагент. Принцип их действия основан на том, что при движении воды через секционированное сужающее устройство возникает перепад давления воды в трубопроводе на этом сужающем устройстве [3]. Под действием перепада давления реагент вытекает из резервуара через калиброванный жиклер и поступает в поток воды. Недостатком таких систем является необходимость регулировки устройства в процессе эксплуатации по показаниям водосчетчика подпитки.

2. Инжекционные, работающие от внешнего источника энергии (рис. 3). Принцип действия таких систем основан на подаче дозы реагента в трубопровод дозирующим насосом после прохождения заданного объема воды через расходомер-счетчик, установленный на трубопровод [4]. При кажущейся простоте инжекционные системы дозирования (СДР) имеют ряд существенных недостатков. СДР предлагаются как системы непрерывного и пропорционального дозирования. Однако при ближайшем рассмотрении выясняется, что они не обеспе-

чивают ни непрерывного, ни пропорционального дозирования. Это менее заметно при использовании СДР в котельных, где графики расхода воды и давления в сети достаточно стабильны во времени, однако при использовании в распределительных сетях и у потребителей влияние неустойчивости расхода и давления оказывается существенным и в ряде случаев может привести к негативным последствиям.

Главным недостатком существующих инжекционных устройств является отсутствие контроля давления в трубопроводе, в который производится дозирование. Подбор таких устройств к конкретным объектам (котельным, ЦТП) проводится, как правило, по максимальной величине водоразбора (рис. 4) и по максимальному давлению в трубопроводе, с предположением, что давление в системе неизменно в течение суток (недели, года).

В точках разбора воды систем водоснабжения, откуда производится подача воды в теплообменники ГВС, давление в трубопроводе в течение суток может изменяться в достаточно широких пределах. Оно определяется не только режимом потребления воды конкретным потребителем, но и режимами работы всей системы водоснабжения и водопотребления в целом. На практике суточный график давления в трубопроводе имеет переменный характер (рис. 4): максимальное в ночное время (минимум

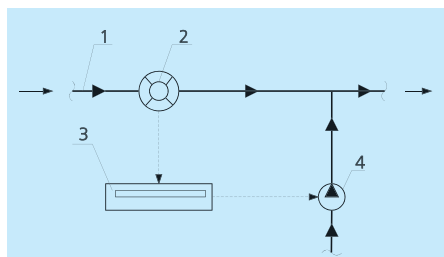


Рис. 3. Схема инжекционного устройства дозирования:

1 — трубопровод; 2 — расходомер-счетчик воды; 3 — контроллер; 4 — дозирующий насос

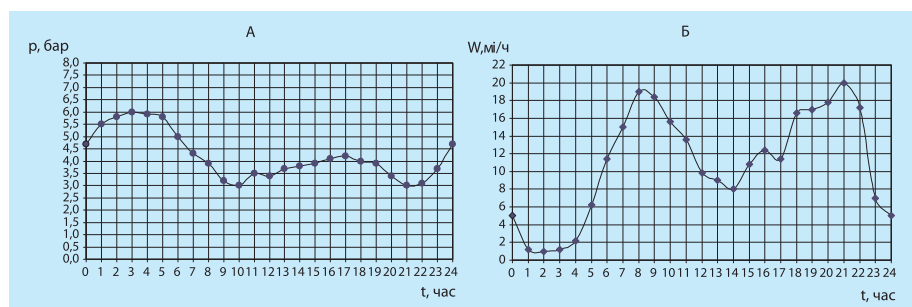


Рис. 4. Суточные графики в ЦТП жилого микрорайона: А — давление в трубопроводе; Б — расход воды в трубопроводе.

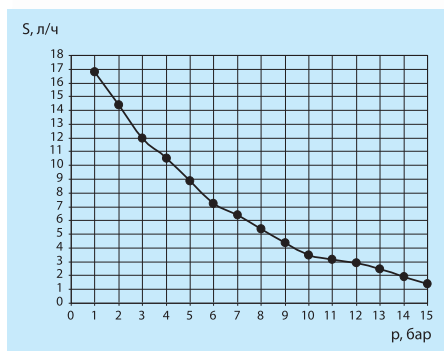


Рис. 5. Характеристика производительности дозирующего насоса

водоразбора), минимальное — в утренние и вечерние часы (максимумы водоразбора).

Производительность же мембранного дозирующего насоса в значительной мере зависит от давления в трубопроводе, в который производится дозирование. Например, при давлении 3 бар производительность насоса в зависимости от марки на 30–60% выше, чем при давлении 6 бар (рис. 5).

Проведенный совместный анализ характерного суточного графика ГВС квартального ЦТП, суточного графика давления в водопроводе, из которого производится забор воды для ГВС, и характеристики типового дозирующего насоса показал, что недоучет переменного характера давления в сети за сутки может привести к избыточному дозированию реагента за сутки в 30–50% сверх расчетной величины (рис. 6). К тому же при максимальном водоразборе и минимальном давлении в сети текущая величина передозировки может достигать 60–70%.

Следствием такого избыточного дозирования является перерасход реагентов; возможно также превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) реагентов в питьевой воде. Поэтому использование инжекционных устройств дозирования реагентов без контроля давления в сети представляется нежелательным.

С целью уменьшения передозировки и снижения перерасхода реагента разработчики СДР используют способ подстройки устройства под реальные условия на объекте эксплуатации. При этом способе рекомендуется через 1–2 сут. после запуска системы в эксплуатацию провести корректировку коэффициента дозирования, определив по водосчетчику объем поступившей на объект воды и объем израсходованного реагента за то же время по снижению уровня реагента в емкости. После такой подстройки суммарный суточный объем дозирования может совпадать с расчетной величиной, однако в разное время суток возникают режимы как избыточного, так и недостаточного дозирования (рис. 6).

Понятно, что такой подход не обеспечивает точного дозирования из-за существенных изменений графиков давления в течение суток, недели, сезона, а также из-за



Рис. 6. Суточный график дозирования реагента (ЦТП жилого микрорайона)

невозможности учесть все влияющие факторы (аварии в сети, неплановые водоразборы и пр.). В рассмотренном случае избыточное дозирование достигает в утренние и вечерние часы суток 16%, в ночное время суток — 40% (недостаточное).

Как отмечено выше, существующие СДР не являются системами непрерывного действия. Ввод дозы реагента в трубопровод производится дискретно после прохождения через водосчетчик объема, заданного при наладке системы. В часы максимального водоразбора дозирование происходит достаточно часто. При минимальных величинах водоразбора заданный объем накапливается в течение достаточно длительного времени; затем происходит дозирование расчетного объема реагента в трубопровод, текущий расход воды в котором в момент дозирования невелик. Поэтому концентрация реагента в воде в моменты дозирования в разы превышает расчетную величину, что может привести к превышению ПДК. Такая ситуация крайне нежелательна в системах водоснабжения, особенно в тупиковых, не имеющих циркуляции, где не происходит смешивания реагента со всем объемом воды в циркуляционной системе ГВС. Для устранения указанных недостатков инжекционных систем дозирования реагента разработан способ и создано устройство (патенты РФ) дозирования реагента, в которых предусматривается постоянный контроль давления в трубопроводе, в который производится дозирование, а также ограничение максимального времени между вводом очередных доз реагента (рис. 7). Впрыск реагента при этом производится пропорционально объему воды, прошедшему через трубопровод за заданное время, и с учетом производительности дозирующего насоса при давлении в трубопроводе в момент этого впрыска. При пуско-наладочных работах на объекте (котельная, ЦТП) после монтажа производится ввод в контроллер устройства следующих констант: коэффициент дозирования (отношение расчетного объема дозирования реагента к объему воды, прошедшему по трубопроводу), интервал дозирования (время между вводом очередных доз реагента), максимальный

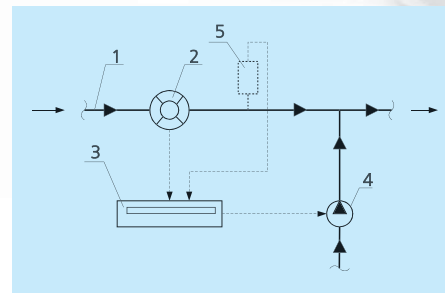


Рис. 7. Схема инжекционного устройства дозирования с корректировкой по давлению: 1 — трубопровод; 2 — расходомер-счетчик воды; 3 — контроллер; 4 — дозирующий насос; 5 — датчик давления

расход водосчетчика, передаточный коэффициент водосчетчика (имп./литр), максимальное давление датчика давления.

Универсальность предлагаемой разработки заключается в возможности применения различных типов и типоразмеров расходомеров-счетчиков воды и дозирующих насосов. Это позволяет применять указанное устройство на объектах с любой производительностью по обрабатываемой воде; использовать устройство как перемещаемое с объекта на объект для промывки котлов и теплообменников «на ходу», без вывода их в ремонт. При этом, в отличие от других технических решений, здесь не требуется регулировки и подстройки устройства дозирования в процессе эксплуатации. Выбор точки ввода реагента в трубопровод (до или после насоса подпитки, в ином месте) может быть произведен непосредственно при монтаже. Это не оказывает влияния на объем дозирования, так как датчик давления устанавливается рядом с точкой ввода, и устройство автоматически корректирует объем дозирования по давлению именно в этой точке. Возможный вариант применения разработки — модернизация ранее установленных систем пропорционального дозирования, не имеющих корректировки по давлению.

А. А. МИЦКЕВИЧ, аспирант Вятского государственного университета,
В. П. КАРГАПОЛЬЦЕВ, инженер (г. Киров)

Литература

1. Герцев Р., Дербышев А. «Как победить коррозию...». // «Жилищно-коммунальный комплекс Урала». №4, 2006 г.
2. Балабан-Ирменин Ю. В., Рубашов А. М., Тарасов С. Г. «Некоторые проблемы внедрения фосфонатов-антинакипинов». // «Водоочистка». № 12, 2008 г.
3. Чаусов Ф., Плетнев М., Казанцева И. «ИЖИК — компактные энергонезависимые дозирующие устройства для водоподготовки». // «Водоочистка». № 9, 2008 г.
4. Хайхян Р. А. «Использование антинакипинов для обработки воды в котельных МУП «Мостеплоэнерго». // «Новости теплоснабжения». № 11, 2001 г.