

Применение сепараторов для эффективной очистки теплоносителя

ФЕДОРОВ С. А., канд. техн. наук, ООО "Терма-СЕТ"

Известно, что при запуске систем отопления остающиеся внутри воздушные полости и циркулирующие в потоке твердые частицы или шлам вызывают большие проблемы. Наличие воздушных полостей и пробок автоматически означает высокую концентрацию растворенных в воде газов, что может вызвать усиление процессов коррозии и эрозии, проблемы с кавитацией, снижение эффективности работы насосов, арматуры и теплообменников. Наличие газов в свою очередь стимулирует появление твердых частиц в теплоносителе. Оседая в местах с наименьшей скоростью, слои частиц резко снижают эффективность теплопередачи. Попадая в насосы и регуливающую арматуру, они быстро выводят оборудование из строя. Процессы коррозии под слоем отложившегося шлама трудно затормозить. Если учесть, что при периодических остановках систем на профилактику на дно трубопроводов оседают тонны частиц, этот процесс каждый раз создает новые источники язвенной коррозии.

Существующие в настоящее время методы борьбы с коррозией и соответствующее оборудование ориентированы в большей степени на обработку воды, поступающей в систему. При этом иногда не принимают во внимание, что системы не могут быть идеально герметичными, газовые потоки внутрь систем бывают достаточно большими даже в закрытых системах, а дегазация крупных и сложных систем может занимать продолжительное время. В этом случае, как и при запуске, проблемы могут возникать и при нормальном качестве воды подпитки. Можно отметить также, что при наличии ошибок проектирования или настройки в некоторых зонах систем могут появляться участки отрицательных давлений. Тогда создаются условия для возникновения устойчивых потоков газа в систему.

Принято считать, что в большинстве случаев установка достаточного числа воздухоотводчиков обеспечит дегазацию системы в процессе работы. Чтобы оценить эффективность их применения, напомним, что газы в системе находятся в трех состояниях: в виде полостей, пузырьков и микропузырьков и в растворенном состоянии. Воздухоотводчики предназначены в основном для удаления воздуха из полостей, так как только появление в верхней части воздухоотводчика значительного объема газа приводит в действие механизм его удаления. Основная масса пузырьков и микропузырьков, идущая в потоке,

просто не успевает подниматься в камеру воздухоотводчика. Поэтому воздухоотводчики следует размещать в верхних точках системы, в местах локальных возвышений и на радиаторах.

В сложных системах необходимо устанавливать большое число этих приборов. При этом воздухоотводчик наряду с расширительным баком является одним из самых уязвимых элементов. Практически все различия в конструкциях и ценах связаны с разной степенью надежности и защищенности



Рис. 1. Внешний вид сепаратора

воздухоотводчиков от блокирования их пузырьками или разгерметизации при попадании внутрь спускового механизма частиц грязи.

В крупных системах с большим количеством воздухоотводчиков, установленных в труднодоступных местах, трудно проверить качество их работы. Низкая цена (и иногда качество) воздухоотводчиков зачастую не компенсирует трудоемкость обслуживания и потери в результате возникающих проблем. Не удаленные вовремя воздушные полости могут снова поглотиться водой при изменении режима работы системы, дополнительно стимулируя коррозию и эрозию.

Вытекание воды или попадание воздуха внутрь при разгерметизации воздухоотводчика может быстро вывести из строя любую систему. Автоматические поплавковые воздухоотводчики удаляют воздушные пробки и пузыри по мере их появления в автоматическом режиме. Воздухоотводчики этого типа обеспечивают лучшую герметичность и лучше защищены от блокировки и разгерметизации при попадании в них грязи.

Устанавливаемые внутри контура системы грязевики, как правило, оснащены сетками с крупными ячейками. В противном случае они быстро забиваются, и циркуляционный поток может быть полностью заблокирован. Таким образом, можно считать, что внутри системы, как правило, отсутствуют устройства, которые обеспечивают тонкую очистку теплоносителя от шлама, и его количество может увеличиваться в результате химических реакций или отслоения отложений.

В Европе сепараторы для дегазации и удаления шлама из систем отопления и

Тип сепаратора	Функция	Внешний вид
Сепараторы воздуха	Удаление микропузырьков из жидкости; устанавливаются в точках системы с максимальной температурой и/или минимальным давлением	
Сепараторы шлама	Удаление нерастворимых частиц (шлама) из жидкости; устанавливаются в начале контура циркуляции или перед устройствами, которые нужно защитить от шлама	
Комбинированные сепараторы воздуха и шлама	Одновременное удаление воздуха и шлама; удаление воздуха имеет приоритет по сравнению с функцией удаления шлама	

водоснабжения начали производить более 30 лет назад. На сегодняшний день это стандартный элемент таких систем. В нашей стране они появились только в последние годы. Кроме удаления воздушных пробок сепараторы извлекают микропузырьки и частицы шлама из потока воды и объединяют в себе функции воздухоотводчиков, фильтров и деаэраторов. Сепараторы не требуют расходных материалов, энергии и сервисного обслуживания, работают несколько десятков лет, имеют простую и надежную конструкцию без движущихся частей.

Универсальный сепаратор представляет собой металлический цилиндр с воздухоотводчиком наверху, вентилем для сброса шлама внизу и неподвижным механическим сепарирующим элементом внутри (рис. 1). Этот внутренний элемент обеспечивает быструю транспортировку микропузырьков вверх и осаждение нерастворимых частиц вниз при прохождении потока воды через сепаратор. Автоматический поплавковый воздухоотводчик сепаратора выводит накапливающийся наверху воздух, а периодическое удаление шлама осуществляется вручную с помощью шарового вентиля внизу сепаратора. Ни в том, ни в другом случае система не разгерметизируется. При начальном заполнении системы водой большие воздушные пузыри быстро удаляются с помощью специального вентиля в корпусе воздухоотводчика.

Сепараторы устанавливают вертикально. Устройства разных фирм, как правило, различаются типом сепарирующих элементов. В зависимости от типа элементов для эффективного извлечения газов и твердых частиц используют разные механизмы или их сочетания. Во всех моделях используют гравитационный механизм осаждения частиц и возгонки пузырьков. Для усиления эффекта снижают скорость потока внутри сепаратора (за счет увеличения поперечного сечения), превращая поток в ламинарный. В некоторых моделях используют центробежный эффект при раскручивании потока внутри сепаратора. При установке рабочих элементов с поверхностью большой площади включается механизм сорбции микропузырьков на них с дальнейшим сливанием этих микропузырьков в более крупные и их всплытием.

В сепараторах Пневматекс (Швейцария) в качестве такого элемента используют лепестковые спирали большой площади с профилированной поверхностью из нержавеющей стали, установленные вертикально вдоль оси сепаратора (см. рис. 1). Пластины спиралей делят поток жидкости на слои, снижая турбулентность. Профиль пластин создает центробежный эффект. Таким образом в этих сепараторах эффек-

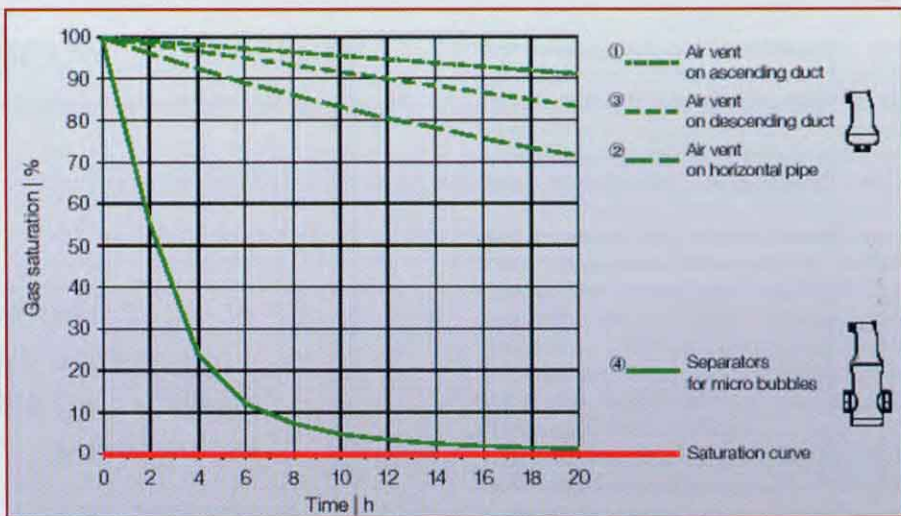


Рис. 2. Зависимость содержания газа в воде при работе воздухоотводчиков в разных точках системы и сепаратора:

1 — 3 — соответственно воздухоотводчики на восходящем вертикальном потоке, на нисходящем, на горизонтали; 4 — сепаратор

тивно используются все механизмы разделения.

Существуют три типа сепараторов (см. таблицу). Спектр их применения достаточно широк. Например, промышленные сепараторы Пневматекс (типоразмеры DN 50 – 600 мм) способны обрабатывать потоки при расходе 5 – 2000 м³/ч. Корпуса промышленных сепараторов изготавливают из стали. Латунные сепараторы для небольших объектов (типоразмеры DU 20 – 40 мм) обрабатывают потоки при расходе до 5 м³/ч. Все сепараторы из латуни собираются из базовых элементов и легко трансформируются.

Сепараторы Пневматекс с магнитными ловушками (DN 20 – 400 мм) улавливают нерастворимые примеси железа в воде намного эффективней, чем

обычные сепараторы. Стержень (или стержни) с мощным магнитом вставляются снизу снаружи в гильзу сепаратора и вынимают перед операцией вымывания шлама без нарушения герметичности системы. Магнитный стержень отделен стенками гильзы от воды и не требует очистки или защиты от коррозии. Гильза сделана из немагнитного материала, поэтому магнитные частицы после извлечения магнита быстро оседают вниз, и затем шлам смывается через вентиль. Для эффективного вымывания вентиль смещен от центра (создание вихревого эффекта). Сепараторы с магнитными ловушками содержат также обычные сепарирующие элементы и обладают всеми свойствами дегазации и удаления немагнитных частиц, как и сепараторы обычных моделей.

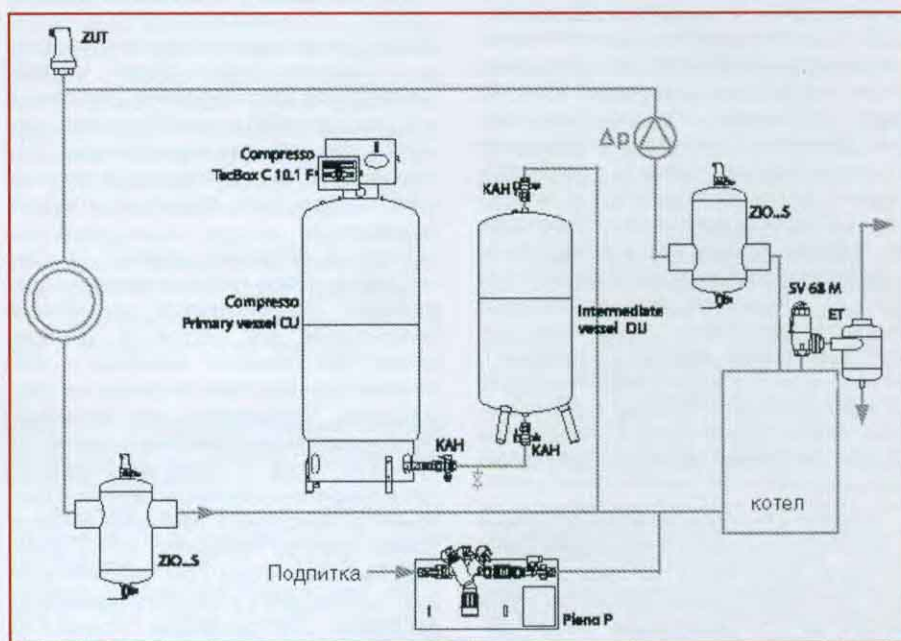


Рис. 3. Оптимальное расположение сепараторов в закрытой системе отопления

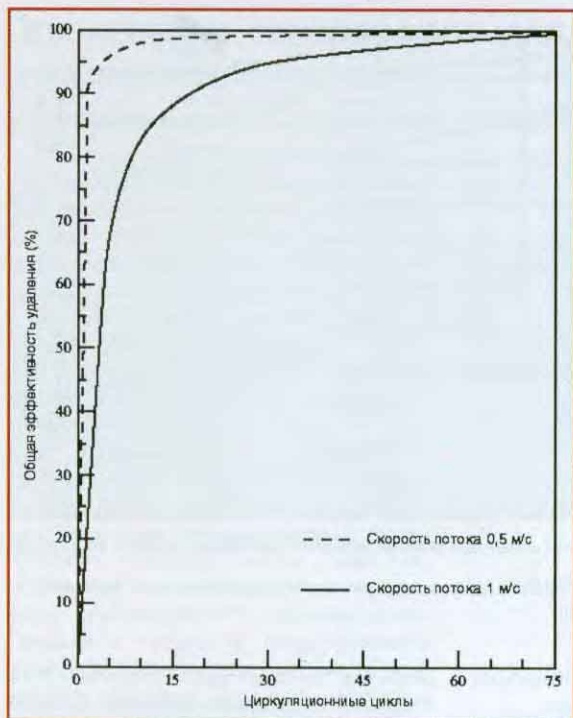


Рис. 4. Степень очистки сепаратором потока воды от механических частиц в зависимости от количества циклов прохождения потока через контур



Рис. 5. Сепаратор шлама ZIO 300 S



Рис. 6. Комбинированный сепаратор ZIK 400 F

Для оптимального использования сепараторов в качестве устройств дегазации необходимо учитывать, что, обладая функциями воздухоотводчиков, они улавливают также микропузырьки и механические частицы непосредственно из потока и удаляют их из системы. Скорость дегазации сепараторов на порядки превышает соответствующие характеристики воздухоотводчиков (рис. 2). Поскольку при достаточной скорости циркуляции поток воды может захватывать воздух из пробок и разносить его в виде микропузырьков по всей системе, установка в оптимальном месте даже одного сепаратора может обеспечить быструю дегазацию системы.

Эффект глубокой очистки от шлама и дегазации системы с помощью сепараторов достигается за счет неоднократного прохождения жидкости через сепаратор при циркуляции. Таким об-

разом, сепараторы используются только в циркуляционных схемах. Их гидравлическое сопротивление невелико и в процессе работы практически не меняется, так как при переполнении грязью нижней части сепаратора частицы просто перестают оседать и уносятся потоком.

Глубина дегазации зависит от грамотного выбора места установки сепараторов. Эффективность применения сепараторов для дегазации увеличивается при снижении давления и увеличении температуры в точках их размещения. Сепараторы для дегазации рекомендуется устанавливать после источников тепла в системах отопления или в нагретом обратном потоке в системах охлаждения в наиболее высоких точках (рис. 3, сепаратор ZIO.S справа). Так как сепараторы удаляют воздух, находящийся в микропузырьковом состоянии, для дегазации системы их

необходимо устанавливать только в тех зонах, где возможно образование микропузырьков. Таким образом, сепараторы полностью решают проблему завоздушивания и шумов, снижают скорость коррозии. Если скорость коррозии невелика, сепараторы могут удалять значительный объем кислорода. Конечная концентрация газов в системе будет близка к равновесной концентрации газов в точке установки сепаратора при данных температуре и давлении. Нужно отметить, что благодаря универсальным механизмам работы сепараторы удаляют все свободные газы независимо от их химических свойств.

Сепараторы шлама обычно устанавливают перед прибором, который надо защитить от грязи, или в начале контура циркуляции (рис. 3, сепаратор ZIO слева от котла).

При достаточной скорости циркуляции, когда большая часть нерастворимых частиц переносится в потоке, можно добиться быстрой и практически полной очистки от шлама всей системы. Удаление шлама также снижает скорость коррозии, так как исключаются очаги ее образования.

При использовании различных средств защиты от коррозии и образования отложений или в процессе работы системы старые слои могут отслаиваться или образовываться новые частицы. В этом случае установка в циркуляционном контуре любых фильтров связана с риском быстрой и неожиданной блокировки циркуляционного потока, даже если используются дорогостоящие промывные фильтры с автоматическим контролем.

С помощью сепараторов можно добиться удаления шлама с частицами размером до 10 мкм. Скорость и глубина очистки растут с уменьшением скорости потока теплоносителя, увеличением размера частиц и их плотности. На рис. 4 представлены кривые степени очистки теплоносителя от твердых частиц (окислы железа) в зависимости от числа циклов для двух скоростей потока. Видно, что для очистки системы на 90 % или более достаточно 15 – 20 циклов (при скорости 1 м/с). При скорости потока 0,5 м/с скорость и глубина очистки существенно выше.

На рис. 5 представлен сепаратор ZIO 300 S (DN 300) для защиты котельной тепловой мощностью 12 МВт от шлама (г. Томск), а на рис. 6 — сепаратор ZIK 400 F (DN 400), установленный в ЦТП университета г. Абердин (Великобритания).

Таким образом, сепараторы на сегодняшний день являются наиболее простым и эффективным устройством, удаляющим газы и шлам из циркуляционных контуров без разгерметизации систем и риска блокировки циркуляционного потока.