

К. В. Хацевский,
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЖИДКОСТЕЙ В МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

In article scaling problems on heating surfaces are considered. Ways of decrease in intensity of emergence a scum process are offered. Experimental dependences of the minimum temperatures of the heating surfaces on hardness of water are constructed.

Образование накипи из-за содержания в воде минеральных солей (преимущественно магния и кальция), а также коррозия инженерного оборудования и коммуникаций относятся к числу наиболее актуальных проблем не только теплоэнергетики, но и большинства отраслей промышленности, жилищно-коммунального комплекса и других областей хозяйственной деятельности. Достаточно сказать, что образование на внутренней поверхности котла слоя накипи толщиной всего 1 мм влечет за собой перерасход 5–8 % топлива, а некачественная водоподготовка (или ее отсутствие) может привести к снижению КПД системы на 15–30 %. С течением времени энергетические потери могут составлять 60 %.

Образование накипных отложений на теплообменных поверхностях является одной из главных проблем теплоэнергетики на протяжении всей истории ее развития. Накипеобразованию подвержены теплообменники различных типов и назначения: конденсаторы, деаэраторы, пароохладители, инжекторы, котлы и испарители, все виды нагревателей, в том числе пластинчатые и скоростные. Отложения солей карбонатной жесткости на теплообменном оборудовании вызывает уменьшение эффективности его работы. За счет различных значений коэффициентов теплопроводности металла и образующегося слоя накипи, увеличение толщины слоя отложений приводит к снижению температуры нагреваемой воды. В зависимости от карбонатной жесткости нагреваемой воды и ее температуры, время увеличения слоя накипи до толщины в несколько миллиметров составляет от трех недель до трех лет. Каждая вновь образующаяся доля миллиметра слоя накипи приводит к

ухудшению процесса теплопередачи, к увеличению удельного расхода количества тепла, энергоносителей, электроэнергии. Энергетические потери, вследствие образования накипи, могут составлять до 60 %.

Образование слоя накипи, толщина которого составляет 1 мм, ухудшает процесс теплообмена в котлах, по данным различных источников, на 5–20 % в зависимости от состава накипи и типа котла. При даже непродолжительной работе котлов на химически неподготовленной воде толщина слоя накипи может достигнуть 50 мм. Зависимость величины потерь тепловой энергии от толщины накипи на теплообменных элементах показана на рисунке [1].

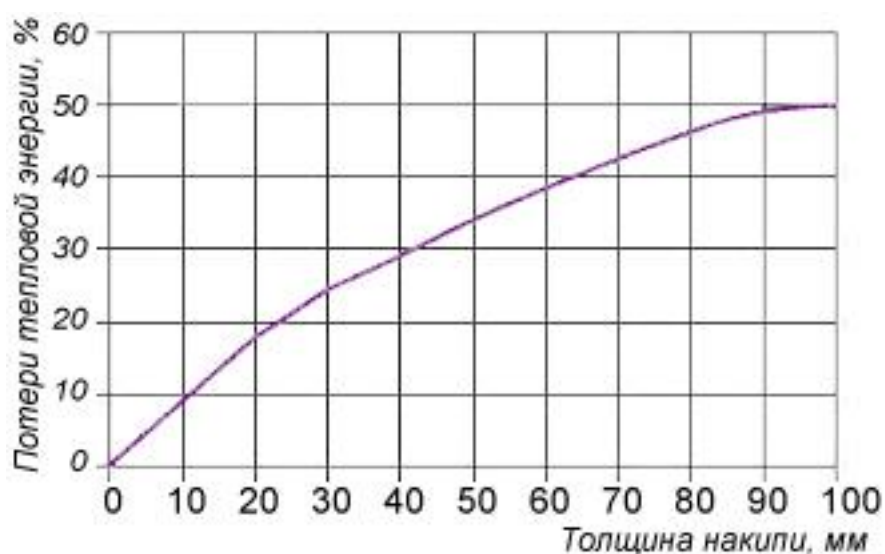


Рис. Зависимость величины потерь тепловой энергии от толщины накипи на теплообменных элементах

Загрязнение теплообменных поверхностей нагревателя накипными отложениями не только снижает эффективность его работы и требует периодической остановки для проведения очистки, но и, что самое важное, вызывает цепочку экономических потерь при производстве, транспортировке и потреблении тепла.

В тепловых пунктах – это увеличение потребления электроэнергии насосами, перекачивающими повышенный объем теплоносителя, дополнительные гидравлические и тепловые потери в нагревателях, необходимость их разборки и чистки теплообменных поверхностей.

Проблемы, связанные с образованием накипи, решаются с использованием как химических (реагентных), так и физических (безреагентных) методов.

При химическом умягчении воды используют принцип ионного обмена. В этом случае ионы кальция и магния в воде замещаются ионами натрия или водорода. Недостаток данного метода – изменение химического состава исходной воды. Вода с повышенным содержанием натрия опасна для здоровья людей, имеющих заболевания сердца и проблемы с давлением. Дефицит ионов кальция в воде приходится ликвидировать искусственным путем. Кроме этого, ионообменная смола нуждается в периодическом восстановлении своих свойств – регенерации. При регенерации используются поваренная соль либо кислоты.

Кроме расходов, связанных с приобретением и доставкой реагентов, необходимы расходы для утилизации отходов. Это обусловлено тем, что вода, используемая для промывки, имеет высокую концентрацию токсичных веществ. Также недостатком данного метода является сравнительно высокая стоимость оборудования, монтажа и расходных материалов.

Из физических методов практическое применение получили магнитный, электромагнитный и радиочастотный методы обработки воды. В последние десятилетия как в России, так и за рубежом для борьбы с образованием накипи стали применять магнитную и радиочастотную обработку воды. Данные методы широко используют в конденсаторах паровых турбин, в парогенераторах низкого давления, в тепловых сетях и системах горячего водоснабжения, в различных теплообменных аппаратах. В сравнении с традиционными методами умягчения воды магнитную обработку отличают простота, дешевизна, безопасность, экологичность, низкие эксплуатационные расходы.

Любая вода, кроме специально очищенной, содержит железо. Под воздействием магнитного поля происходит дробление агрегатов окислов и гидроокислов железа, которые находятся в жидкости. Агрегаты железа представляют собой образования, которые состоят из стержнеобразных кристаллов длиной менее одного микрона, и эти микрокристаллы, как маленькие

магниты, «слипаются» в агрегаты достаточно больших размеров, в которых находятся сотни и тысячи частиц.

Приложенное внешнее магнитное поле заставляет микрокристаллы приобрести ориентацию относительно магнитных силовых линий. Следовательно, появляются силы отталкивания, которые заставляют частицы удаляться друг от друга. При правильно подобранном внешнем поле количество «элементарных» микрокристаллов увеличивается в тысячи раз.

В зависимости от условий, химического состава жидкости, скорости потока жидкости в зазоре между магнитами и т. п. процесс разрушения агрегатов коллоидных частиц, как было установлено экспериментально, происходит за короткие интервалы времени (0,01...0,5 мкс).

По сути, в толще воды происходят тысячи «микровзрывов». Следовательно, возникают области низкого и высокого давления. В результате этого образуются микропузырьки газов, которые обладают высокой адсорбционной активностью по отношению к органическим и минеральным отложениям. Сталкиваясь с металлическими поверхностями, пузырьки уносят на своей поверхности частицы выпадающих в кристаллическую фазу солей в пересыщенных растворах.

Каждый пузырек является центром кристаллизации в толще воды. Поэтому отложение накипи будет происходить внутри потока воды, а не на стенках труб и поверхностях нагревательных элементов. Эффекты флотационного выноса и «растворения» обуславливают предотвращение и удаление накипи после магнитной обработки воды.

Эффективность магнитной обработки зависит, главным образом, от напряженности и градиента напряженности магнитного поля, скорости течения и состава жидкой фазы водной системы [2].

Самым главным и тонким моментом для обеспечения эффективной работы противонакипных устройств является их точная настройка и соблюдение следующих условий:

- обработка вод кальциево-карбонатного класса (составляют около 80 % вод всех водоемов нашей страны);
- подогрев воды должен осуществляться до температуры не выше 95 °С;
- карбонатная жесткость – не выше 9 мг-экв/л;
- содержание растворенного кислорода – не более 3 мг/л, а сумма хлоридов и сульфатов – не более 50 мг/л;
- содержание двухвалентного железа в артезианской воде – не более 0,3 мг/л.

Вода, обработанная устройством магнитной обработки воды, сохраняет свои свойства от 10 часов до 8 суток (в зависимости от состава воды и условий эксплуатации).

Эффективность устройств магнитной обработки воды снижается:

- при установке на линии обработанной воды циркуляционных насосов. В воде при прохождении через насос возникают явления кавитации и турбулентности. Образованная при магнитной обработке структура микрокристаллов разрушается, и вода возвращается к прежнему состоянию;
- при отклонении скорости потока воды от рекомендованного значения для данного устройства. Рекомендуемый интервал значений потока воды, который подобран исходя из сечения устройства магнитной обработки, указан для каждого устройства;
- при окислении воды, происходящим, как правило, при контакте обработанной воды с окружающим воздухом (в градирнях и охлаждающих башнях);
- при рабочей температуре воды свыше 70...75 °С. В этом случае возможно образование накипи на нагревательных элементах, но в меньшем количестве.

Магнитная обработка воды для борьбы с образованием накипи получила широкое распространение в последнее десятилетие. В сравнении с давно известными методами умягчения воды магнитную обработку отличают простота, безопасность, экологичность и низкие эксплуатационные расходы.

Несмотря на все достоинства данного метода, на практике эффект обработки проявляется недолго, затем пропадает вовсе. Это явление называется релаксацией. Появился даже термин – эффект «привыкания» воды, то есть свои свойства омагниченная вода сохраняет менее суток. Поэтому в тепловых сетях кроме омагничивания подпиточной воды необходимо создание так называемого антирелаксационного контура, при помощи которого обрабатывается вся вода, циркулирующая в системе.

1. Хацевский, К. В. Энергоэффективные технологии электронагрева жидкостей и газов [монография] / К. В. Хацевский, Т. В. Гоненко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 176 с.

2. Хацевский, К. В. Исследование накипеобразования на поверхностях электронагревателей / Система управления экологической безопасностью: сб. тр. IX заочной междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 163–168.