

на атомарном уровне, могут сказываться на свойствах молекул, состоящих из этих атомов. Следовательно, скопления таких молекул также будут проявлять себя, но уже как группы с определенными свойствами. То есть, с одной стороны, воздействие магнитного поля происходит на уровне элементарных частиц (магнитное поле электрона), с другой стороны, магнитное поле воздействует на группы (например, ионы солей - сила Лоренца и т.д.). Очевидно, что магнитное поле воздействует и на сам растворитель - диполи воды, ассоциаты, влияя на процессы диссоциации, гидратации, сольватации и т.д. Степень этого воздействия незначительна, так как энергия магнитного поля практически не расходуется (индукция магнитных материалов не меняется). Однако, после этого воздействия некоторые процессы в растворах воды протекают иначе (не происходит отложение солей жесткости, изменяется электропроводимость раствора воды и т.д.). Поэтому, воздействие магнитного поля на растворы воды необходимо рассматривать комплексно, что значительно и усложняет задачу.

Изложенный материал является результатом научно-практической работы кафедры Атомные и тепловые электростанции Томского политехнического института и НПООО «АКВА-Сервис». Разрабатываемые в лабораториях кафедры технологии безреагентной подготовки воды при ее обработке векторным и скалярным магнитным полем уже имеют свою область применения в теплоэнергетике.

Литература:

1. Зайцев О.С. Химия. Современный краткий курс: Учебник. - М.: Изд-во НЦЭНАС, 2001.
2. Химия/ В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др.: Справ. изд/ Пер. с нем. - М.: Химия, 2000.

УДК 621.311.22

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ ВОДЫ НА ТЭС МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

В.И. Беспалов, М.Ю. Лапицкий, М.А. Загорнов
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: vib@ped.tpu.ru

Отложение различных солей на стенках теплообменных аппаратов ТЭС и других теплоэнергетических установок приводит к резкому снижению эффективности их работы, перерасходу топлива и частым остановкам для чистки.

Наиболее распространенными методами подготовки воды являются химические (коагуляция, ионообменное умягчение или полное химобессолевание) и термические (деаэрация, дистилляция). Все эти методы связаны с применением химических реагентов, что в конечном счете способствует образованию большого количества загрязненных сточных вод от водоподготовительных установок. Однако, даже при самой тщательной обработке добавочной воды удалить из неё все растворенные минеральные вещества не представляется возможным. Попадая в цикл, эти остаточные

примеси накапливаются и выпадают из раствора в виде кристаллов. Центрами кристаллизации служат шероховатости на поверхности нагрева, а так же взвешенные коллоидальные частицы, находящиеся в котловой воде. Вещества, которые кристаллизуются на поверхности нагрева в виде отложений, образуют накипь. Удаляют накипь путем кислотных промывок внутренних поверхностей теплообмена или механическим способом.

Однако, если создать условия кристаллизации веществ в объеме воды и периодически удалять образовавшийся шлам из цикла путем продувок, то можно избежать обрастания поверхностей нагрева отложениями солей, отказаться от промывок, сократить расход химреагентов, а значит и сброс сточных промывочных вод.

Результаты лабораторных и промышленных испытаний показали, что такого

эффекта можно добиться путем **магнитной обработки воды**. Работы в этом направлении проводились еще в шестидесятые годы прошлого века [4].

Принципиальная схема аппарата для магнитной обработки воды с постоянными магнитами приведена на рис.1 [3]. Подлежащая обработке вода проходит в зазоре 4 аппаратов, пересекает силовые линии 2, подвергаясь воздействию магнитного поля, в результате чего в неравновесной водной системе образуются центры кристаллизации. Этот процесс происходит лишь в момент воздействия магнитного поля. При последующем нагревании по выходе из аппарата твердая фаза выделяется в массе воды в виде шлама.

Основным накипеобразователем в природных и технических водах является карбонат кальция, растворимость которого в этих водах ничтожно мала, поскольку эта

соль может растворяться в воде только при определенной концентрации в ней **растворенного диоксида углерода**. В его присутствии карбонат кальция переходит в гидрокарбонат, определяющий карбонатную жесткость воды.

В том случае, когда концентрация свободного диоксида углерода $\text{CO}_2^{\text{своб}}$ меньше равновесной $\text{CO}_2^{\text{равн}}$, вода пересыщается по карбонату кальция, является нестабильной и магнитная обработка воды оказывается эффективной. Если же концентрация $\text{CO}_2^{\text{своб}}$ больше $\text{CO}_2^{\text{равн}}$, то выделение CaCO_3 из раствора не происходит и магнитная обработка с целью уменьшения образования накипи неэффективна. Взаимосвязь карбонатной жесткости воды и $\text{CO}_2^{\text{равн}}$ приведена в таблице 1 [1].

Эффективность обработки воды магнитным полем определяется в значительной степени напряженностью магнитного поля в зазоре, скоростью движения воды, углом между направлениями движения воды и магнитных силовых линий, числом пересечений и временем контакта воды с магнитным полем. В таблице 2 приведены сводные данные по основным параметрам для наиболее распространенных типов аппаратов [3].

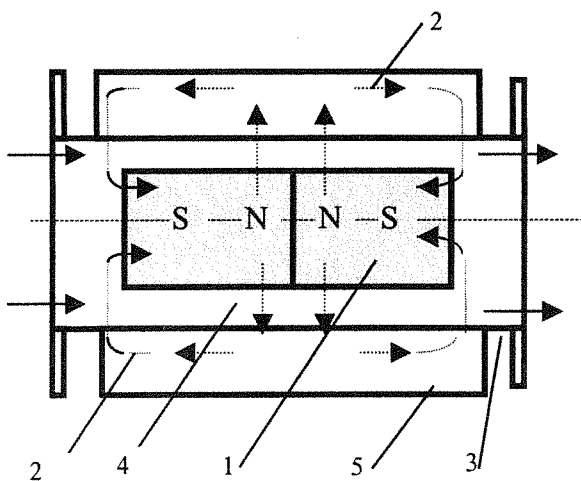


Рис.1. Принципиальная схема аппарата для магнитной обработки воды с постоянными магнитами: 1 - постоянный магнит; 2 - направление силовых линий; 3 - направление движения воды; 4 - зазор; 5 - корпус.

Таблица 1

Карбонатная жесткость, мг-экв/л	CO ₂ ^{равн}	Карбонатная жесткость, мг-экв/л	CO ₂ ^{равн}
0,21	0	5,0	35,0
1,03	0,6	6,25	72,3
2,03	2,4	7,03	103,0
2,96	6,0	8,00	149,1
4,03	17,2	9,07	199,5

Таблица 2

Параметры	Московский чугуно- лит. завод	Новочер- касский завод	ВТИ	РИИЖТ Стержн.- бр. типа		Баш- энерго- нефть	ВОД ГЕО	ГОС НИИ ТИ
Производитель- ность, м ³ /ч	-	100 и выше	-	400	400	5,0	10-500	-
Скорость воды, м/сек	1-2	2,0	-	-	-	2,0	0,2-1,0	0,8
Напряженность МП 10 ⁻⁵ а/м	1,8	1,2	0,4- 0,8	>0,8	>0,8	0,47	-	-
Рабочий зазор, см	0,25	-	0,6	-	-	0,3	1,0-1,2	-
Число маг. контуров, шт	5	10	2	1	1	2	6-8	3
Время нахождения воды в МП, сек	0,05	0,13	-	0,01	0,01	0,028	-	-

Как видно из приведенных данных, достаточная эффективность магнитной обработки воды может быть обеспечена при соблюдении большого перечня ограничений: по скорости потока, по содержанию углекислоты, по напряженности магнитного поля, по величине рабочего зазора и т.п. При практическом использовании магнитных систем не всегда удастся выдержать все параметры ограничений, что значительно сужает область допустимого применения магнитных аппаратов такого типа. В последнее время ряд фирм предлагают к использованию магнитные установки («Декарбон», «Магнуст»), в которых реализованы научные и технические разработки томских ученых.

В работах профессора Николаева Г.В. [4] показано, что кроме векторного магнитного поля существует еще одно, которое называют скалярным. Его направленность перпендикулярна векторному. Особенностью этого поля является то, что на движущийся в нем вдоль силовых линий проводник с током действует сила вдоль проводника. Другими словами, на электрические заряды, находящиеся в проводнике, действует сила, ускоряющая их движение вдоль проводника. Кроме того, на ту же заряженную частицу, движущуюся в векторном поле, действует известная сила Лоренца $F_1 = F_L$ в направлении, перпендикулярном движению частицы.

Рассмотрим схему канала магнитной установки, в котором существует векторное и скалярное поле напряженностью H_1 и H_2 , соответственно.

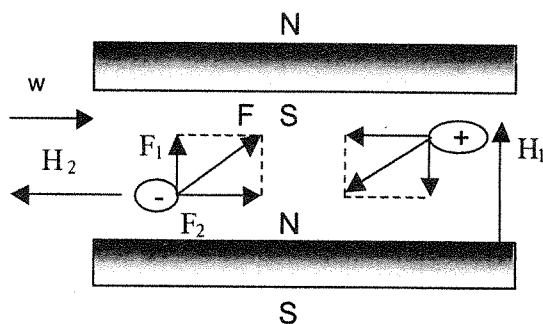


Рис.2. Схема взаимодействия заряженных частиц с векторным (H_1) и скалярным (H_2) магнитными полями.

перпендикулярном потоку, скалярное поле ускоряет или затормаживает (в зависимости от знака заряда) ионы относительно потока. Такое воздействие на ионы приводит к волнообразному возрастанию концентрации ионов на границах скалярного магнитного поля. Это способствует местному перенасыщению раствора (воды) ионами и началу кристаллизации в объеме. Качественно картина этого процесса представлена на рис. 3. Очевидно, на процесс кристаллизации влияет взаимодействие полей воды как с магнитным полем, так и с ионами солей жесткости (особенно карбонатной).

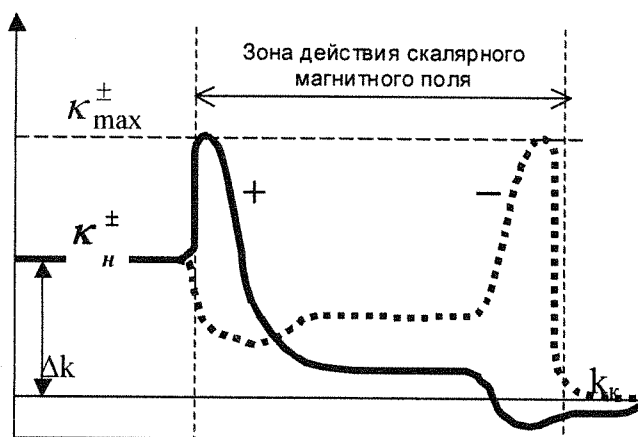


Рис. 3.

скалярными магнитными полями значительно эффективнее, чем в установках, где нет скалярного поля. Этот эффект проявляется в расширении диапазона допустимых значений параметров ограничений. Так, например, на поверхностях нагрева не наблюдается отложений даже при скоростях воды 0,6-0,7 м/с. Менее чувствительна установка и к содержанию в воде углекислоты. Интенсивнее идет процесс отмывки старых отложений.

Основываясь на вышеперечисленном, можно сделать следующие выводы:

- Открытие скалярного магнитного поля значительно расширило возможности применения магнитных систем для обработки воды.
- Эффективность взаимодействия скалярного магнитного поля с заряженными частицами (ионами) в воде зависит от его напряженности, скорости движения

Вода как теплоноситель на ТЭС представляет собой слабый раствор различных солей, в котором присутствуют ионы как положительно (катионы), так и отрицательно (анионы) заряженных частиц. Движущиеся вместе с потоком воды со скоростью w ионы взаимодействуют с магнитными полями. На рис. 2 показан результат взаимодействия заряженных частиц с векторным (H_1) и скалярным (H_2) магнитными полями. Как видно на схеме, результирующая сила F существенно больше, чем ее составляющие F_1 и F_2 . В отличие от векторного поля, действующего на ионы в направлении,

Допустимо предположить, что величина максимальной концентрации ионов $K_{\max}^{\pm}$ зависит от напряженности магнитного поля, скорости движения воды в нем, температуры воды, начальной концентрации ионов $K_n^{\pm}$. По ширине канала, за счет перемещения ионов в векторном магнитном поле, концентрация ионов также будет неравномерной, возрастая на границах канала.

Как показали промышленные эксперименты, обработка воды в установках с векторными и

теплоносителя, его температуры, концентрации ионов солей жесткости и ряда других факторов.

- Полученные по результатам эксплуатации магнитных систем на производстве эффекты носят интегральный качественный характер.
- Для получения количественных зависимостей между параметрами магнитных систем, независимыми внешними параметрами и результатами безреагентной обработки воды необходимо проведение тщательных лабораторных исследований.

Литература:

1. Стукалов П.С., Васильев Е.В., Глебов Н.А. Магнитная обработка воды. - Ленинград: «Судостроение», 1962.
2. Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. - М.: «Энергия», 1970.
3. Классен В.И. Омагничивание водных систем.-2-е изд.,перераб. и доп. - М.: Химия, 1982.
4. Николаев Г.В. Научный вакуум. Кризис в фундаментальной физике. Есть ли выход? - Томск: Изд-во НТЛ, 1999.
5. Миненко В.И. Электромагнитная обработка воды в теплоэнергетике. - Харьков: Вища школа, 1981.

УДК 621.3.11.22

ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ТРАКТЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ТЭЦ С ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ

Л.А. Беляев, О.Ю. Ромашова

Томский политехнический университет, г. Томск

bel@ped.tpu.ru

ТЭЦ с поперечными связями по контуру рабочего вещества представляет собой сложную гидравлическую систему, в которой при относительно небольшом количестве регулирующей арматуры распределение теплоносителя по различным элементам и трубопроводам подчиняется законам гидравлики. Внешним воздействием через регуляторы питания котлов и регулирующие клапаны турбин управляется расход рабочего вещества через конкретные котлы и турбины. Расход через другие элементы тепловой схемы определяется связями между ними, положением запорной арматуры, гидравлическими сопротивлениями.

Для решения ряда задач, таких как определение показателей тепловой экономичности, распределение нагрузки между агрегатами ТЭЦ и т. п., необходимо знание потокораспределения теплоносителя по тепловой схеме станции.

Питательный тракт (ПТ) ТЭЦ, включающий питательные насосы, группы ПВД отдельных турбоагрегатов, котлоагрегаты, обводные линии и регулирующую арматуру, представляет собой сложную гидравлическую систему, являющуюся предметом изучения