

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ АКТИВАЦИИ ВОДЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Обработка воды и водных систем (далее – обработка воды) электромагнитным полем (ЭМП) нашла широкое применение во многих производственных технологических процессах и, в первую очередь, в системах теплоснабжения для защиты теплообменного оборудования и трубопроводов от накипи и коррозии. В настоящее время рынок предлагает большое количество самых разнообразных приборов и устройств с различными способами обработки воды (ОВ) ЭМП (использование постоянных магнитов и электромагнитов, передача акустических и радиочастотных сигналов через намотанные на трубу провода, обработка воды ультразвуком и электростатического поля и др.) [1,2]. При этом достаточно часто возникает задача оперативной оценки степени активации воды ЭМП после установки приборов ОВ ЭМП и в процессе эксплуатации.

В практике контроля качества ОВ ЭМП в условиях эксплуатации применительно к теплообменному оборудованию систем теплоснабжения обычно используют способы контроля, представленные в табл. 1.

Табл.1 – Методы оценки эффективности ОВ ЭМП

Способ оценки	Достоинства	Недостатки	Примечание
Визуальный	Наглядность	Длительность.* Требуется разборка оборудования Субъективность	Оценка толщины, твердости и характера отложений
Косвенный (непрямой)	Отсутствует разборка оборудования	Длительность. Наличие приборов учёта расхода воды, температуры, давления и т.п.	Более подробно см. [3]
Аналитический с использованием проведения химических анализов	Отсутствует разборка оборудования	Длительность. Необходимость привлечения химической лаборатории	Оценка содержания кальция (магния и др.) в воде на входе и выходе защищаемого оборудования
Тепловизионный	Отсутствует разборка оборудования	Длительность. Требуются тепловизионные приборы	Оценка термограмм в различных местах оборудования
Индикаторный или экспресс-метод	Отсутствует разборка оборудования	Требуются специализированные оборудование и приспособления	Измерение скорости (времени) оседания нерастворимого в воде порошка и др.

* Период времени между моментом установки устройства ОВ ЭМП (далее – УОВ) и получения достоверных результатов влияния устройств ОВ ЭМП на накипь и коррозию может достигать нескольких месяцев и более

Из табл.1 видно, что только индикаторные (экспресс-методы) позволяют:

- быстро и правильно выбрать режимы работы УОВ, дающие максимальный или требуемый эффекты;
- наглядно показать эксплуатационному персоналу работоспособность УОВ сразу непосредственно после установки;

- по полученным данным в короткие сроки провести предварительную оценку возможного экономического эффекта от ОВ ЭМП.

Из экспресс-методов, получивших наиболее широкое распространение можно отметить несколько способов, сравнивающие те или иные физические показатели в обработанной и необработанной воде:

- кристаллооптический [4-6], изучающий кристаллическую форму и размеры кристаллов отложений;
- фотоколориметрический [7-9], при котором сравнивается скорость оседания частиц отложений;
- оптический [7], при котором сравниваются спектры поглощения света.

Ниже показаны варианты реализации метода экспресс-анализа, использующего такой параметр, как скорость оседания частиц нерастворимого в воде порошка [6,8,9].

К самому простому варианту с минимальным числом приспособлений и устройств можно отнести способ, предложенный в [9]. Согласно этого способа в упрощенном варианте измерения скорости оседания нерастворимого в жидкости (воде) порошка осуществляются в мерном цилиндре, на котором с наружной стороны установлены на определенной высоте знаки, требующие различения сквозь водную суспензию. Результатом каждого опыта является время с момента начала рассмотрения знаков после тщательного взбалтывания воды с порошком, и до момента, когда оператор уверен на 100% в том, что он правильно увидел каждый знак. Исследования проб обработанной и необработанной воды производятся поочередно в одном и том же мерном цилиндре и в одном и том же помещении с тем же уровнем освещенности. Однако знаки и их последовательность для каждого опыта используются разные, чтобы оператор по памяти не смог их воспроизвести.

Время t оседания порошка фиксируется секундомером после уверенного определения оператором каждого знака, расположенного на уровне его глаз.

Скорость оседания порошка обратно пропорциональна времени его оседания, а так как расстояние между знаками и поверхностью, на которой установлен цилиндр, во всех опытах есть одинаковая и фиксированная величина, поэтому степень активации в % может быть определена с использованием следующей формулы [8]:

$$A_i = 100 * (t_{\text{необр}} - t_{\text{обр}}) / t_{\text{необр}},$$

где $t_{\text{необр}}$ и $t_{\text{обр}}$ – время оседания порошка для суспензий с необработанной и обработанной ЭМП водой, соответственно.

Практическое использование этого способа показало на погрешность в определении степени активации не более 5 %.

Объем переносимых приспособлений для этого способа небольшой и вполне уместится в обычные дипломат или портфель (рис.1). На рисунке показаны два варианта упаковки (в мягкой упаковке и картонной коробке 170 x 110 x 65 мм) приспособлений и реактива с зафиксированными скотчем знаками на квадратной стеклянной банке твист-офф с герметично закручивающейся крышкой (для 6 испытаний по два эксперимента в каждом). Работа с наклеенными знаками может продолжаться с бесконечным числом испытаний из-за сложности их запоминания.

Способ апробирован в ТОО «Eurasia Technologies» (Алматы, Казахстан) и в течение ряда лет использовался этой компанией при внедрении устройств ОВ ЭМП. Например, на объекте предприятия ТОО «Vita Industry» (Алматы, Казахстан), в 2008 году проводились исследования влияния на воду из артезианской скважины электронного преобразователя солей жёсткости

«Шторм 250-325» (Россия), производительностью до 1250 м /час. Для одного из экспериментов, например, зафиксировано время оседания порошка в необработанной (исходной) воде равное 440 сек, а для обработанной воды – 245 сек. Степень активации для этого случая составила $A = 100 * (440 - 245) / 440 = 44,4 \%$.

В 2019 году в лабораторных условиях фирмы ООО «Магнитные Водные Системы» (Москва, Россия) для водопроводной воды, обработанной устройством МПВ MWS 8, зафиксированы время оседания порошка для исходной воды 15 мин 14 сек, а для воды после обработки – 9 мин 52 сек. Степень активации составила $A = 100 * (914 - 592) / 914 = 35,2 \%$. Длительность проводимых испытаний в сравнении с казахстанским экспериментом была обусловлена низкой освещённостью в помещении, в котором фиксировались прозрачности суспензий.

Важно отметить, что, например, согласно исследований, опубликованных в [10], для получения стабильных результатов по возрастанию прочности бетонных образцов необходима степень магнитной активации воды (МAB) не менее 30%. То есть наличие экспресс-методов оценки степени МAB, позволяющих оперативно без применения различных дорогостоящих средств и приборов проводить такие испытания, является одной из важнейших составляющих успешного внедрения УОВ в различных технологических процессах.



Рис.1 – Внешний вид переносных тестовых наборов

Другим подходом к оценке эффективности ОВ ЭМП по скорости оседания порошка является использование устройства, при котором не требуется (в сравнении с предыдущим подходом) высокая концентрация внимания и значительное напряжение зрительной функции оператора. Этот полуавтоматический способ также основывается на фиксации времени требуемой степени прозрачности суспензии, но предполагает при этом наличие некоторого специализированного электронного приспособления. Это устройство в разобранном состоянии также легко размещается и переносится в обычном портфеле.

На рис.2 показаны фотографии такого устройства для случаев, когда заданная прозрачность суспензии обеспечена (слева) или нет (справа). Фиксация времени t осуществляется с момента установки мерного конуса с герметичной пробкой и тщательно взболтанным порошком на фиксированную подставку и до момента включения сигнальной лампы.

Описанные выше устройства и приспособления могут быть полезны:

- разработчикам и производителям приборов и устройств ОВ ЭМП;
- компаниям, которые внедряют УОВ, особенно в случаях, когда необходимо проводить активацию с разной степенью и/или в различные периоды времени;
- теплоснабжающим и иным организациям (промышленные предприятия, котельные, управляющие компании, обсуживающие теплообменное оборудование и др.), у которых уже внедрены УОВ;
- предприятиям, у которых в технологических процессах задействованы УОВ и для которых необходим периодический контроль степени активации используемой воды (например, предприятия строительной индустрии [10-12] и др.).



Рис.2 – Устройство (полуавтоматическое) для определения скорости оседания порошка

Список использованных источников

- 1 Чистяков В.Ю. Обзор. Магнитные аппараты для очистки от накипи теплового оборудования // Сайт «МАКСМИР – М» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.maxmir-energy.ru/article-10.html>
- 2 Сысоев В.В. О безреагентной обработке воды для защиты от накипи и коррозии // Сайт «Энергоинформ – Альтернативная энергетика, энергосбережение, информационно-компьютерные технологии» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energoinform.org/professionals/bezreagentnaya-obrabotka-vody.aspx>
- 3 Контроль // Сайт «ГИДРОФЛОУ. ВОДОПОДГОТОВКА» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.h-flow.ru/kontrol/>
- 4 Cefalas, A. C., Kobe, S., Sarantopoulou, E., Kollia Z., Stražičar, J., Meden, A. Кристаллизация карбоната кальция в магнитном поле // Сайт «ECOLife» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.magnetball.net/kristalizacija-v-magnitnom-pole.html>
- 5 Матвиевский А.А. Магнитная технология безреагентной водоподготовки / Журнал С.О.К., № 3, 2003.
- 6 Миненко В.И., Петров С.М., Миц М.Н. Магнитная обработка воды. – Харьков: Харьковской книжное издательство, 1962. – 40 с.

- 7 Ахмеров У.Ш. Методы индикации «магнитной» воды: монография / У.Ш. Ахмеров, А.П.Ведерников, Л.Ф.Поленов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1972. – 74 с.
- 8 Экспресс-анализ эффективности физической активации жидкостей // Патент РФ № 2096759. 1994. Оpubл. 20.11.1997. / Помазкин В.А.
- 9 Экспресс-анализ эффективности физической активации жидкостей // Патент республики Казахстан на изобретение № 24630. 2011. Оpubл. 15.09.2011, бюл. № 9. / Сысоев В.В., Хоменко А.А.
- 10 Физическая активация воды затворения бетонных смесей // Сайт «STROYMART Строительный портал» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroymart.com.ua/ru/publications/1233>
- 11 Ерофеев В.Т., Фомичев В.Т. и др. Исследование свойств цементных композитов на активированной воде затворения // Фундаментальные исследования. – 2015. - № 2. – с.1175 – 1181.
- 12 Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А. и др. Композиционные строительные материалы на активированной воде затворения // Строительные материалы. – 2007. – № 11. – С. 12–13.