

TRATAMIENTO MAGNÉTICO DE AGUA (TMA): TEORÍAS Y EFECTOS DE UN EQUIPO INDUSTRIAL DE TMA

Dr. C. Diego de Jesús Alamino Ortega¹, MSc Yenile Aguilar Rodríguez²

1. Centro Universitario Enrique Rodríguez-Loeches Universidad de Matanza, diego.alamio@umcc.cu

2. Centro Universitario Enrique Rodríguez-Loeches Universidad de Matanzas, yenile.aguilar@umcc.cu



CD de Monografías 2015
(c) 2015, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X

Resumen

Desde las últimas décadas del siglo pasado el Tratamiento Magnético de Agua (TMA) se ha venido introduciendo en Cuba, dadas las posibilidades que esta técnica brinda al reducir las incrustaciones en tuberías y calderas. Otros efectos se le han atribuido también al TMA, algunos no están plenamente demostrados o caen en la pseudociencia. En el trabajo se presenta un breve estudio sobre teorías que tratan de justificar el efecto del TMA, concluyéndose que existen diferentes ideas acerca de cómo abordar el fenómeno que se produce, no encontrándose una explicación única sobre el tema. También se valoró el funcionamiento de un equipo industrial para el TMA a través de la aplicación de métodos de análisis químicos de agua, obteniéndose como resultado que no existen diferencias significativas entre muestras de agua antes y después de someterse al TMA; el método que sí detecta variaciones es el denominado cristalóptico, el cual se describe en el trabajo.

Palabras claves: tratamiento magnético de agua (TMA), teorías del TMA, análisis químico de agua, método cristalóptico, equipo industrial de TMA

Introducción

Desde las últimas décadas del siglo pasado y en oportunidades con gran intensidad y extensión, el Tratamiento Magnético de Agua (TMA) se ha venido introduciendo en Cuba en variados sectores de la producción y los servicios, dadas las posibilidades que esta técnica brinda al reducir las incrustaciones en tuberías y calderas, con el consecuente ahorro de combustible y de productos químicos para la limpieza, así como que mitiga las afectaciones al medioambiente por el menor vertimiento de residuos. Se estima que 1 mm de incrustación, en las superficies de intercambio de calor, presenta un aislamiento térmico que hace que se eleve el consumo de combustible en un 10%. El Centro de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) de Santiago de Cuba, líder en Cuba de las aplicaciones del magnetismo aplica desde 1992 el TMA en sistemas ingenieros industriales, en el sector agrícola desde el 2000 y en el pecuario-avícola desde 2009. Como se aprecia el TMA presenta la tendencia a extender su uso y en algunos casos, no bien comprobada su efectividad, hasta para la salud humana, dando pie a engaños sustentados en interpretaciones pseudocientíficas, apoyadas por la divulgación publicitaria, muchas veces con la pretendida intención de vender productos cuyo principio de funcionamiento es el magnetismo. Instituciones como Aqua España, Asociación Española de Empresas de Tratamiento de Control de Aguas, tratan de distanciarse de esta tendencia y en comunicación en su página web ha fijado posición, precisando lo engañoso de la publicidad y refiriendo que imanes adosados a tuberías no cambian ni mejoran el gusto del agua, no convierten el agua del grifo en agua de manantial, no descalcifican el agua, no mejoran la calidad organoléptica, química ni biológica del agua, agregando que el TMA no ejerce influencia alguna sobre cualquiera de los parámetros medibles en el agua por



métodos científicos ni por análisis sensorial y que al no reducir la dureza por debajo de 0,1 grados francés, no lo autoriza el Ministerio de Industrias para instalación en calderas. El Dr. Arnaldo González Arias, profesor de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana, quien ha estudiado las tendencias en cuanto a la aplicaciones del magnetismo, en un artículo titulado: Lo cierto y lo falso en el tratamiento magnético de agua y los combustibles, reconoce como probado el efecto del TMA sobre la reducción de las incrustaciones en tuberías y calderas y se refiere a efectos no demostrados como el reforzamiento de la resistencia del hormigón hasta un 50%, el incremento de la eficiencia de la flotación de minerales en procesos industriales y muy diversas aplicaciones médicas y sanitarias.

Por la importancia de este tema, que como se ha visto combina efectos económicos prácticos demostrados, así como incongruencias e incluso interpretaciones pseudocientíficas y engaños, los autores se propusieron indagar acerca de las teorías que pretenden sustentar el efecto del tratamiento magnético sobre el agua y en particular realizar la evaluación del funcionamiento de un equipo de TMA industrial de los construidos en Cuba, a través de los métodos rutinarios de análisis químicos de agua en la detección del efecto del TMA y de un método físico conocido como cristalóptico. A pesar de los años transcurridos de las primeras instalaciones de equipos para el TMA con el propósito de reducir las incrustaciones en tuberías y calderas, el tema no ha perdido actualidad.

1. Acerca de las teorías sobre el TMA

Aunque como se ha expresado, hay abundantes referencias de favorables resultados prácticos obtenidos con el tratamiento magnético de agua, y en otros usos se valora su efectividad, aún existen incógnitas en el campo de la explicación teórica de la influencia del campo magnético sobre las propiedades de los sistemas acuosos. Este asunto se complejiza más si se tiene en cuenta que los campos magnéticos pueden ser variables en un amplio rango de frecuencias, intensidad, tiempo de exposición, velocidad del fluido, material del que está hecha la tubería y otros factores que pueden combinarse en el propósito de obtener un resultado. Además el agua en estado natural no se encuentra pura; los minerales disueltos en el agua con mayor abundancia son los bicarbonatos, sulfatos y cloruros de Ca, Mg y Na y cada una de estas sales le suministran al agua determinadas características, una de ellas es la dureza cálcica y la magnésica, cuya suma se denomina: dureza total, siendo esta la que se relaciona directamente con la deposición de incrustaciones. El agua, un fluido de uso cotidiano e imprescindible, presenta rarezas en su comportamiento, tal es así que motivó a Linus Pauling, Nobel de Química, a expresar que: *el agua es el desierto de la química*, como fue referido por Corrieri de la Sera en su edición del 5 de junio de 1994.

Si por un lado existen variadas aplicaciones del TMA, por otro existen diversas proposiciones teóricas para explicar el efecto del tratamiento magnético sobre el agua, algunas de las cuales se presentan muy sucintamente en este trabajo. Con el propósito de



obtener un cierto ordenamiento se le ha adjudicado por los autores un nombre a cada una de ellas, para lo cual se ha escogido un aspecto que se ha considerado lo esencial de lo expuesto en las mismas y que no tiene que corresponderse con otras denominaciones que se les pueden haber dado en otros momentos o contextos. Otra necesaria advertencia es que en las fuentes de las que se han obtenido las informaciones de las teorías, estas no aparecen como tal desarrolladas, sino que por lo general se exponen para justificar los trabajos con el TMA. La exposición de las teorías que a continuación se relacionan, respeta literalmente las ideas de sus autores y no es propósito de este trabajo analizarlas críticamente, sino presentar las mismas como una muestra de la diversidad de criterios y puntos de vistas existentes al abordar la temática, ejemplo de lo anterior es que en algunas de las explicaciones que se darán se trasluce el término *agua magnetizada* o *magnetizador de agua*, lo cual resulta incorrecto dado que el agua no es ferromagnética, incluso el termino magnetizadores de agua con que en un inicio se trataba a los equipos de TMA, se ha observado que ahora han tomado la denominación de: *Acondicionadores de Agua*.

Resonancia:

Entre las hipótesis que explican las propiedades que presentan las soluciones acuosas después de magnetizadas se encuentran las de Cherbákoba y Klassen (1965), estos autores hacen consideraciones generales sobre la posibilidad de que el campo magnético provoca el fenómeno de resonancia en las frecuencias óptimas con grupos determinados de moléculas y asociaciones, con el surgimiento de algunos cuantos de energía capaces de deformar el enlace y variar la característica estructural del sistema.

Clatratas:

Según Kislovski (1967) en el interior de las moléculas de agua, las cuales se agrupan en número de seis se forman huecos, en cuyo seno pueden quedar atrapados iones de diferente naturaleza: sodio, potasio, calcio, magnesio y otros. Tales estructuras reciben el nombre de clatratas, siendo los más estables los que en sus huecos presentan iones de calcio, pudiéndose representar como el ión complejo hexacuocalcio (II). Las moléculas de agua son capaces de agruparse en estructuras cristalinas metaestables, en las cuales las distancias intermoleculares aumentan por lo que podría haber un incremento del volumen y por tanto una disminución de la densidad del agua. En la formación de clatratas juegan un papel importante los enlaces por puente de hidrógeno, similar a la estructura cristalina del hielo. Se debe tener en cuenta que las estructuras clatratas se forman y desaparecen dinámicamente, al parecer el agua magnetizada estabiliza estas estructuras.

Disociación de los grupos hidronios e hidróxilo:

Para Klassen (1978) la trayectoria de los iones hidronio e hidroxilo (producto de la disociación del agua) en la corriente líquida, la cual recibe tratamiento magnético, constituye una cicloide. Estos al moverse desde un punto y al girar en un plano pero a diferentes lados, orientan a las moléculas más cercanas del agua, las cuales tiene momentos dipolares grandes. Ocurre la unión de las moléculas de agua en asociaciones anilladas planas lo que permite la unión por puente de hidrógeno.



Gases disueltos:

En un trabajo de Dunand (1986) se reporta, que analizando el papel de los gases disueltos en el agua en el proceso de tratamiento magnético, se llega a la conclusión de que hay una fuerte y diversa influencia sobre la estructura del agua. Durante el paso del líquido a través de diferentes aparatos para el tratamiento puede surgir una presión pulsante lo que provoca fluctuaciones en las concentraciones de las soluciones de gases. Esto ocasiona que en el agua se muevan las moléculas del gas a gran velocidad, lo que implica la ruptura de las estructuras acuosas, el debilitamiento del enlace entre las moléculas y ocasiona como consecuencia que el sistema acuoso tenga menos equilibrio, por lo que facilita la acción del campo magnético.

Formación de gérmenes:

Sanduliak (1973) explica que debido a la acción del campo magnético por la ya formada semilla, puede surgir un campo interno. Bajo la acción de un campo interno y externo, las semillas se destruyen multiplicándose y surge gran cantidad de centros de cristalización en el volumen del líquido que se trata.

Magnosis:

En un material publicitario de los Servicios Integrados de Ingeniería Sanitaria de México en que se promueve la venta de magnetizadores, se puede leer la siguiente explicación: El efecto de la inducción electromagnética sobre las moléculas del líquido y las sales impide la cohesión intramolecular, disociándose dichas moléculas y rompiendo la armonía cristalina. A cada electrón en movimiento le es inherente un campo magnético el cual es proporcional a su energía cinética, pero dicho campo y la dirección de los electrones exteriores (que tienen energía cinética y fuerza de cohesión menor) pueden sufrir modificaciones debido a la acción de las fuerzas exteriores, pudiendo romperse la cohesión entre estos electrones y así modificarse la interacción intramolecular entre ellos.

Teorías sobre la acción de la fuerza de Lorentz:

Se han resumido en este apartado un grupo de teorías que tienen como lugar común que apelan a la fuerza que se ejerce por un campo magnético sobre una partícula cargada en movimiento, como explicación de lo que sucede en el seno del agua que ha sido objeto de la aplicación de un campo magnético.

- a) La acción de la fuerza de Lorentz según Berenguer (1990) ocasiona el movimiento de los iones alrededor de las líneas de inducción magnética con determinada frecuencia y surge un movimiento cicloideo contrario de los iones y cationes, lo que puede provocar fluctuaciones en las concentraciones de iones y cationes y en condiciones adecuadas traer aparejado también la formación de centros de cristalización.
- b) Como el agua contiene sales en solución. Breckindges (1992) considera a este como un conductor eléctrico. Cuando un conductor eléctrico se mueve a través de un



campo magnético bajo condiciones específicas (velocidad, intensidad de campo y ángulo recto respecto a las líneas de inducción) un potencial eléctrico es inducido en el conductor, es decir existe una modificación de las cargas eléctricas. Esta modificación dura un período limitado y perturba la estructura cristalina normal de las sales formadoras de incrustaciones, evitando que se conformen duros depósitos de incrustaciones.

- c) Castillo (1959) y Argudín (1968) coinciden en que durante el tratamiento magnético de aguas industriales para la eliminación de incrustaciones se produce la formación de “gérmenes” de cristalización a partir de las sales formadoras de incrustaciones. Con el calentamiento producido durante la transferencia de calor estos “gérmenes” se transforman en centros de cristalización como resultado de la absorción sobre la superficie de iones de las sales formadoras de las incrustaciones. Los centros de cristalización continúan creciendo hasta alcanzar determinadas dimensiones que provocarán sus precipitaciones en forma de lodo, finamente disperso, de naturaleza no adherente, el cual debe ser retirado por un sistema de purgas o filtrado. De esta manera los cristales se forman en el seno del agua y no en la superficie de intercambio de calor.

En El *Tratamiento Magnético del agua. Más de 18 años de experiencia*, el ingeniero José J. Tristán Moncada, menciona la existencia de otras teorías, como son:

- A) Hipótesis basada en modificaciones en la propia agua. 1. Disminución en más de dos grados, del ángulo entre los átomos de hidrógeno de la molécula de agua. 2. La polarización de las nubes electrónicas de las moléculas de agua genera un momento magnético inducido dirigido contrariamente al campo magnético exterior. 3. La relación metaestable entre las cantidades de las modificaciones “orto y para” existente en la molécula de agua se altera.
- B) Hipótesis basadas en la interacción de los campos electromagnéticos con los iones presentes en las soluciones acuosas (Fuerza de Lorentz).
- C) Hipótesis basadas en la interacción de los campos electromagnéticos sobre las partículas ferromagnéticas coloidales. La influencia de las partículas ferromagnéticas en el proceso de cristalización y formación de incrustaciones ha tenido determinada fundamentación experimental. Algunos investigadores establecen que durante el tratamiento magnético del agua se produce la agregación de las partículas ferromagnéticas acelerando la cristalización. En opinión de otros los aglomerados de partículas ferromagnéticas se cubren de una capa de carbonato de calcio, la cual también puede servir como centro de cristalización, no obstante, se presentan una serie de situaciones que no permiten considerar este mecanismo de acción del campo magnético con posibilidades de explicar las diferencias observadas en los sistemas acuosos.



Arnaldo González y Horta Rangel en Juventud Técnica, enero de 2014, no exponen explícitamente una teoría, pero sí dan una explicación de cómo funciona el tratamiento magnético, señalando que la precipitación del carbonato de calcio disuelto en el agua se puede expresar por la reacción química:



El término a la izquierda representa el hecho de que, en el seno del líquido, los cationes de Ca^{2+} están rodeados por los aniones oxhidrilo OH^- y bicarbonato HCO_3^- con carga negativa, formando complejos tridimensionales con una estructura que se mantiene estable en la disolución. El término de la derecha representa las partículas de carbonato de calcio en fase sólida cristalina (s) que se separan de la disolución, dejando atrás agua líquida (l). El avance de esta reacción hacia la derecha aumenta con la temperatura y también cuando los complejos interaccionan con la superficie interna de las tuberías. En condiciones normales, el carbonato de calcio se deposita en las paredes interiores de la tubería o el recipiente en forma de calcita, una de las posibles fases cristalinas en las que este carbonato es capaz de cristalizar. La teoría más aceptada acerca del mecanismo que tiene lugar durante el tratamiento es la siguiente. Al pasar el agua a una velocidad adecuada por una tubería donde actúa un campo magnético, las partículas cargadas interaccionan con el campo de acuerdo a la relación de Lorentz, de manera que sobre los iones positivos y negativos aparecen fuerzas de sentido contrario que tienden a desarticular los complejos. Cuando esto ocurre la reacción química se desplaza a la derecha, formándose un precipitado sólido muy fino que crea una especie de dispersión de limo o fango, que se mantiene en suspensión en el agua sin depositarse en las paredes y sin que varíe la composición global del líquido.

De lo anteriormente expuesto, se aprecia la existencia de diversidad de teorías o proposiciones teóricas acerca de lo que ocurre con el tratamiento magnético del agua. Algunas de estas teorías no tienen puntos de contacto entre sí, por lo que no es posible arribar a una teoría satisfactoria combinando las existentes. Esta disparidad entre aplicación del TMA y carencia de una teoría única, no es primera vez que sucede en la ciencia, donde en variadas oportunidades las aplicaciones han antecedido al desarrollo de una teoría, tal fue el caso de la máquina de vapor, verbigracia. Es opinión de los autores que una teoría que logre explicar el efecto del tratamiento del campo magnético sobre el agua puede combinar una influencia primaria de la fuerza de Lorentz con cambios estructurales que no solo tengan que ver con la molécula de agua en sí, sino de esta en composición con otras impurezas, ya que raramente el agua se presenta pura y los efectos reportados están casi todos, o al menos los más comprobados, relacionados con los fenómenos de cristalización de sales disueltas. Un elemento que puede hablar en favor de la Fuerza de Lorentz es que el TMA es efectivo solamente cuando partículas cargadas, en este caso presentes en el agua,



están en movimiento con relación a los imanes (campo magnetostático), sin descartar que el movimiento del agua hace posible la transferencia de energía. En otro caso de que el agua permaneciera estática con relación a los imanes habría que tener en cuenta el movimiento térmico de las moléculas.

2. Evaluación de un equipo industrial de TMA

Por lo económico y sencillo en cuanto a operaciones, en Cuba se ha venido introduciendo el tratamiento magnético, principalmente en el agua de alimentar calderas de baja y media presión, con el objetivo de contribuir a la disminución del consumo de combustible y mejorar la eficiencia de los generadores de vapor. Este mejoramiento se logra a expensas de la reducción o eliminación de las incrustaciones provocadas por las sales en las áreas de intercambio de calor.

El presente trabajo reporta la evaluación de un equipo industrial de TMA que se encontraba instalado en la tenería “Mártires de Ñancaguazú” en Matanzas en los 90 del pasado siglo XX. El equipo de TMA fue construido en el Instituto Politécnico “Ernest Thaelman” ubicado en la propia ciudad de Matanzas y presentaba las siguientes características:

- Equipo de TMA de imanes exteriores.
- La intensidad de campo magnético es de 0,12T
- Se alimenta con corriente directa de $I= 1,8 \text{ A}$.
- La tensión es $U=220\text{V}$.
- Potencia aparente es $P=360\text{W}$.
- Área del tubo del equipo de TMA: $A = 1,14 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
- El flujo del agua es $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- La velocidad del agua es $v = 1,75 \text{ m/s}$

Para evaluar el efecto del equipo de TMA sobre el agua que se somete a tratamiento magnético se emplearon métodos químicos, la mayoría de los cuales son de aplicación rutinaria en el análisis de agua por el laboratorio de química de la industria y que contaron con la inestimable colaboración de la licenciada Julia María Báez. Estos métodos están dirigidos a determinar:

- Alcalinidad a la fenolftaleína.
- Alcalinidad total.
- Dureza total por titulación colorimétrica.
- Dureza cálcica por titulación colorimétrica.
- Dureza magnésica.
- Cloruros.
- Sólidos disueltos.
- pH



Teniendo en cuenta que los métodos de análisis de agua del laboratorio de la industria, son los que tradicionalmente se han usado para estos fines y pueden encontrarse fácilmente referencias a los mismos, veamos con más detalle un método, no tan común en el análisis de agua, en este caso el llamado *método cristaloóptico*, el cual resulta ser un método de análisis físico. Este método está basado en la cristalización, observación y medición del tamaño de los cristales de las sales disueltas en el agua, para lo cual se procede de la siguiente forma: Se toman muestras de agua tratada magnéticamente (muestra) y de agua sin tratar (referencia). Se enjuagan dos beakers con la correspondiente agua que en ellos se depositará, y se colocan en estos portaobjetos de microscopio, de forma tal que queden inclinados con respecto a la horizontal; a continuación se añade el agua de la muestra y la referencia a cada beaker hasta que el nivel de agua sobrepase el borde superior de los portaobjetos en dos o tres centímetros. Se colocan ambos recipientes simultáneamente en una hornilla previamente encendida y se calientan hasta que el agua contenida en ellos comience a bullir, manteniéndose en esta condición un tiempo suficiente para que se depositen cristales en la superficie de los portaobjetos, este tiempo depende de la dureza que presenta el agua. Después se retiran los portaobjetos de los beakers, se ponen a secar y luego del secado se colocan en un microscopio óptico para realizar las observaciones y mediciones. Lo primero que se aprecia con el microscopio es que la cristalización en el agua tratada ocurre de forma diferente al agua sin tratar, lo cual ha sido observado por los autores y está en correspondencia con lo reportado en la literatura que con relación al carbonato de calcio (CaCO₃), refiere que en el agua no tratada lo hace en su fase sólida *calcita* y para la tratada magnéticamente como *aragonita*. Del mismo modo los autores han observado variación de tamaño en los cristales y en la formación de conglomerados. Estos cambios que ocurren en el proceso de cristalización es a lo que se atribuye la reducción de incrustaciones, tal es así que la efectividad del TMA se determina por la relación del tamaño de los cristales cuando la relación D_1/D_2 está entre 1.5 y 2.0, refiriéndose D_1 a los cristales del agua sin tratar y D_2 del agua tratada magnéticamente. Los resultados de las determinaciones por los autores en el equipo industrial de TMA fueron las siguientes:

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_1/D_2	2,03	1,61	1,65	1,80	2,13	1,96	1,66	1,50	2,03	1,79
No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
D_1/D_2	1,55	2,36	1,80	1,80	2,50	2,40	1,55	2,50	1,40	

Para valorar si se presentaban diferencias entre las mediciones efectuadas en el agua sometida a tratamiento magnético y sin este tratamiento, se procedió a un análisis estadístico a través de la prueba de Kolmogorov Smirnov, resultando que no se aprecia diferencia significativa entre el agua tratada magnéticamente y sin este tratamiento para



el caso de los análisis tradicionales de agua, siendo el único método que acusa diferencia el método cristalóptico.

Analizando los controles del gasto de combustible para un año antes y después de instalado el equipo de TMA se pudo apreciar que el promedio mensual de consumo de combustible antes de aplicar el TMA fue de 55,52 toneladas y después resultó de 40,74 toneladas, esto representa una reducción anual de 14,78 toneladas. Es necesario aclarar que en los períodos que se compararon, el ritmo de producción industrial fue similar.

Conclusiones

Existen diversas teorías sobre el tratamiento magnético del agua, la mayoría no compatibles unas con otras, aunque se puede apreciar que hay varias que su esencia está basada en la fuerza sobre una partícula cargada en un campo magnético (fuerza de Lorentz). Las técnicas de análisis rutinario de agua empleadas en el laboratorio de la industria no acusan diferencia entre el agua tratada magnéticamente y sin tratar, por lo que se considera que resultan ineficaces a la hora de evaluar el funcionamiento de los equipos de TMA. Se corrobora lo reportado en la literatura sobre la eficacia del método cristalóptico en cuanto al análisis del agua sometida a tratamiento magnético. El equipo de TMA que fue construido por el Instituto Politécnico “Ernest Thaelman” es capaz de operar eficientemente dado que mediante el método cristalóptico se aprecian diferencias significativas entre el agua sometida a tratamiento magnético con este equipo y el agua sin tratar, además ha sido comprobado el ahorro de combustible que representó su instalación. Otras variaciones de propiedades al someterse el agua a TMA se han reportado, mediante la aplicación de métodos físicos como: tensión superficial, conductibilidad eléctrica, índice de refracción, absorción de la luz, la polarización, etc., no abordándose por los autores tales ensayos.

Bibliografía

- ALAMINO, D. de J. y AGUILAR, Y. Acerca del tratamiento magnético de agua: Teorías y efecto de un magnetizador. XII Fórum de Ciencia y Técnica, Fórum Tecnológico Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Santiago de Cuba, octubre 1998.
- ARGUDÍN, O. El problema general de las incrustaciones en la transmisión del calor. Las incrustaciones en los evaporadores en la industria azucarera. *Cuba Azúcar*, Julio-Agosto, 1968, p.18-26.
- BERENGER, A., CAMPOS, Y., DÍAZ, N. y GUARDADO, V. Magnetizadores, Ed: Ministerio de la Industria Sidero Mecánica. Centro de Tecnología y Calidad. La Habana 1990, p. 13-21, 107.
- Cuestiones sobre la teoría y la Práctica del Tratamiento Magnético de Agua y Sistemas Acuáticos. *Colección de materiales de la Segunda Conferencia Nacional*: Ed: Tzvetmetinformatzia, Moscú, 1971, pp. 316.
- CHERVÁKOVA, S. V. y KLASSEN, V.I. Nuevas investigaciones en la zona de enriquecimiento de pequeñas clases de material, carbón y minerales”. Ed: Nauka, 1965, pp. 6-7.
- COEY, J. M. D. y STEPHEN C. Magnetic water treatment, *J. of Mag. and Mag. Mat.*, Vol.



209, 1-3, Pages 71-74, (2000)

- DUNNAND, R. KARPENKO, A. y MORERA, R. ATAC 6/86 Noviembre-Diciembre. ICINAZ, pp. 36-40.
- DUNNAND, R. KARPENKO, A. y MORERA, R. ATAC, 5/86, Septiembre-October, ICINAZ, pp. 30-34.
- DUNNAND, R. KARPENKO, A. y MORERA, R. El campo magnético y su efecto sobre la estructura y composición de las incrustaciones en las instalaciones de evaporación de las fábricas azucareras. ATAC. 4/88 Julio-Agosto, ICINAZ, pp. 30-34
- GÓMEZ, G. 3 de Mayo del 2011 21:23:26 CDT. Disponible en: digital@juventudrebelde.cu
- GONZÁLEZ, A. Lo cierto y lo falso en el tratamiento magnético del agua y los combustibles, *Revista Cubana de Física* 2008, 25, (2B), p.101-105
- GONZÁLEZ, A. y HORTA, F. El agua magnetizada, 7 de Enero 2014 .Disponible en: www.juventudtecnica.cu/contenido/agua-magnetizada,
- KAGANOV, M. y TSUKÉRNİK, V. La naturaleza del Magnetismo. Ed: Mir, Moscú 1978, 108 pp. 70-85
- KISLOVKI, L. D. Dan de la URSS. 1967. pp. 1277-1279.
- KLASSEN, V.I. Magnetización de sistemas acuosos. Ed: Jimia, Moscú, 1978, 113 pp. 57-98.
- LEÓN, E. Evaluación de un antincrustante. Reporte 1. Informe ICINAZ, 1980.
- MASINI, G. Un po' di luce sul liquido più misterioso. Hanno scoperto il legame tra le molecole d'acqua". *Corrieri de la sera*, 5 giugno 1994.
- MEDVEDEV, P.I. Química-Física y coloidal. Ed: Pedagogía, La Habana, 1965.
- MEZENTSEV, V. Enciclopedia de las Maravillas. Ed: Mir, Moscú 1981, pp. 351-362. Ministerio de la Industria Sidero Mecánica. Centro de Tecnología y Calidad. La
- PIVAROVA, N., VELEZ, R. y BARTELEMY, C. Método cristalóptico para la evaluación del efecto de tratamiento magnético de las aguas industriales. CNEA, Santiago de Cuba, Ed: Dirección de información científico técnica, 1988.
- RIQUENES, O. Exportan acondicionadores magnéticos, 25 de Septiembre del 2014 23:20:21 CDT, Consultado 2 de Noviembre 2015. Disponible en: digital@juventudrebelde.cu
- RODRÍGUEZ, L.M., Empleo del método cristalóptico para la evaluación del tratamiento magnético de agua, *Ingeniería electrónica, automática y comunicaciones*, No.1, 1994 p. 75-77.
- SANDULIAK, A.V. Investigaciones de las condiciones y los regímenes de tratamiento magnético antincrustantes en los esquemas calóricos de las fabricaciones alimenticias.. Tesis de Candidatura, Kiev, KIT, 1973 pp. 25
- SPIEGEL, M. R. Teoría y problemas de estadística. Ed: Pueblo y Educación. La Habana, 1997, pp.188
- TANM, I. E. Fundamentos de la teoría de la electricidad. Ed. Mir, Moscú,
- TRISTÁ, J. Presentación El Tratamiento Magnético del agua. Más de 18 años de experiencia en el TMA, *Publicado por Clarisa Caraveo*, Disponible en:



slideplayer.es/slide/3058360



CD de Monografías 2014
(c) 2015, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X