

9. Tokusoglu, O. Optimized method for simultaneous determination of catechin, gallic acid, and methylxanthine compounds in chocolate using RP-HPLC [Tekst] / O. Tokusoglu, M.K. Unal // Eur. Food. Res. Technol. – 2002. – V. 215. – P. 340–346.
10. Кочетова, М.В. Определение биологически активных фенолов и полифенолов в различных объектах методами хроматографии [Текст] / М.В. Кочетова, Е.Н. Семенистая, О.Г. Ларионов, А.А. Ревина // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, № 1. – С. 89–100.
11. Dalluge, J.J. Determination of Tea Catechins [Tekst] / J.J. Dalluge, B.C. Nelson // J. Chrom. A. – 2000. – V. 881. – P.411–424.
12. Vovk, I. Separation of eight selected flavan-3-ols on cellulose thin-layer chromatographic plates [Tekst] / I. Vovk, B. Simonovska, H. Vuorela // J. Chromatogr. – 2005. – V. 1077. – P. 188–194.
13. Wollgast, J. Analysis of procyanidins in chocolate by reversed-phase high-performance liquid chromatography with electrospray ionisation mass spectrometric and tandem mass spectrometric detection [Tekst] / J. Wollgast, L. Pallaroni, M.E. Agazzi, E. Anklam // J. Chromatogr. A. – 2001. – V. 926. – P. 211–220.
14. Tits, M. Thin-layer chromatographic analysis of proanthocyanidins from Ribes nigrum leaves [Tekst] / M. Tits, P. Poukens, L. Angenot, Y. Diercksens // J. Pharm. Biomed. Anal. – 1992. – V.10. – P. 1097–1100.
15. Vovk, I. Optimization of separation of (+)-catechin and (–)-epicatechin on cellulose TLC plates [Tekst] / I. Vovk, B. Simonovska, P. Vuorela, H. Vuorela // J. Planar Chromatogr. – 2002. – V. 15. – P. 433–436.
16. Лазурьевский, Г.В. Практические работы по химии природных соединений [Текст] / Г.В. Лазурьевский. – М: Изд-во «Высшая школа», 1966. – с. 351.
17. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии [Текст] / Ю.Ю. Лурье. – М: Изд-во «Госхимиздат», 1962. – с. 288.

УДК 628.16.086.4:543.4

**КОЛЕСНИЧЕНКО С.Л., канд. техн. наук, доцент**  
Одесская национальная академия пищевых технологий

### **МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АКТИВАЦИИ ВОДЫ**

В статье рассматривается метод контроля степени активации и периода релаксации активированной воды.

**Ключевые слова:** вода активированная, электроактивация, магнитная обработка воды.

The method of control of degree of activating and period of relaxation of the activated water is examined in the article.

**Keywords:** water is activated, electro-activating, magnetic treatment of water.

Среди всех веществ, имеющих на Земле, вода, благодаря своеобразию своих физических и химических свойств, занимает исключительное положение в природе и играет особую роль в жизни человека.

Современные требования к подготовке воды для применения в технологиях пищевых производств постоянно повышаются. На каждом новом витке развития науки и технологий появляются дополнительные возможности, что определяет периодическое возвращение интереса к исследованию свойств воды.

Физико-химические свойства воды определяются, главным образом, водородными связями, образуемыми водой с определенными атомами (ионами) растворенных в ней веществ. Образование таких связей представляет собой строго ориентированные взаимодействия, важная роль в этом принадлежит стереохимии растворенных веществ. Катионы металлов и анионы кислотных остатков могут служить причиной изменений в локальной упорядоченности молекул воды, структурирование молекул воды будет зависеть от поверхностной плотности заряда катионов и анионов.

Эти различия в структуре воды могут быть определены по твердому остатку с помощью поляризационного оптического микроскопа.

Различают гомогенное и гетерогенное взаимодействие между примесями и водой. При гетерогенном взаимодействии поведение примесей почти не зависит от влияния на них полярных молекул воды, они представляют собой плавающие в объеме воды частички, которые не утратили своих первоначальных свойств. При переходе такой воды в твердую фазу (в процессе высыхания) под микроскопом мы увидим картину, подобную изображению на рис. 1.

Когда композиция водного раствора представляет собой однородную, гомогенную систему, то в ней примеси и вода-растворитель составляют единую

синхронизированную структурную фазу. Из биофизики жидкокристаллических систем известно, что если в водном растворе существует самоорганизация как основа живого, то при высыхании капли на предметном стекле под микроскопом можно увидеть характерные фрактальные структуры. Следовательно, образование фракталов – характерная особенность живой, биологически активной воды. При переходе такой воды в твердую фазу (в процессе высыхания) под микроскопом мы увидим картину, подобную изображению на рис. 2.



**Рис. 1. Фотография структуры твердой фазы водопроводной воды, увеличение в 720 раз**



**Рис. 2. Фотография структуры твердой фазы биологически активной воды, увеличение в 720 раз**

Однако вода приобретает определенную структурную упорядоченность не только при взаимодействии с растворенными в ней веществами, но и под воздействием различного рода физической обработки.

Сообщение воде "особых" свойств, сохраняющихся в ней определенное время, называется активацией. Активация воды приводит к изменению вяз-



Рис.3. Фотографія структури твердої фази анодита, збільшення в 720 раз

кости, поверхностного натяжения, растворяющей способности, электропроводности, скорости выпадения осадка из раствора, концентрации водородных ионов (рН) и т.д.

Для получения активированной воды используются различные методы: вибрационные, ультразвуковые, вихревые, дегазирование, воздействие постоянным магнитным полем, облучение воды УФ-светом, озонирование, замораживание, электроактивация и др. Исследование механизмов активации воды имеет большое значение для создания новых технологий.

Структура сухой капли активированной воды изучалась с помощью оптического микроскопа "Micromed" с увеличением в 720 раз (рис. 2-6).

В основе электрохимической обработки (электроактивации) воды лежит закономерность аномального изменения реакционной и каталитической активности воды (водных растворов), подвергнутых электролизу в диафрагменном электролизёре. Природа аномальной реакционной способности воды связана с уникальной совокупностью образующихся при электролизе высокоактивных метастабильных частиц, и с особыми физическими условиями, возникающими в электрохимическом реакторе. При этом изменяется вся система межмолекулярных взаимодействий, в том числе и физическая структура воды. Для электроактивации водопроводной воды был использован активатор «Эковод-6», сила тока электролиза 0,2-0,7 А, время активации – не более 40 минут, потребляемая мощность – не более 0,7 Вт. В результате катодной электрохимической обработки вода приобретает щелочную реакцию (рН 10-11) за счет превращения некоторой части растворенных солей в гидроксиды, содержание солей уменьшается, изменяется структура не только гидратных оболочек ионов, но и свободного объема воды.

При анодной электрохимической обработке кислотность воды увеличивается, ОВП возрастает за счет образования устойчивых и нестабильных кислот (серной, соляной, хлорноватистой, надсерных), а также пероксида водорода, перекиссульфатов, кислородсодержащих соединений хлора. В результате анодной электрохимической обработки увеличивается электропроводность, возрастает содержание, рН воды достигает значений 2,0-2,6. Такие структурные изменения воды сохраняются для католита в течение 48 часов, а для анолита в течение 40 суток. Католит и анолит отличаются друг от друга как по своим свойствам, величине рН, так и по кристаллографии вы-

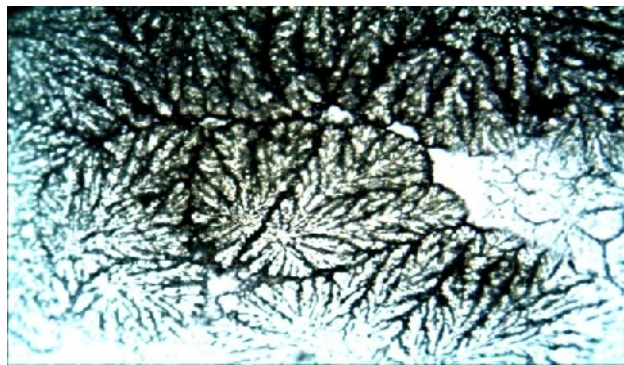


Рис.4. Фотографія структури твердої фази католита, збільшення в 720 раз

сохших капель воды: анолит образует отдельные кристаллы (рис. 3), а католит образует упорядоченные фрактальные структуры (рис. 4).

Самопроизвольно изменяясь во времени, возмущенные предшествующим внешним воздействием параметры и свойства воды постепенно достигают равновесных значений в результате релаксации. При релаксации активированной воды изменяется также структура ее твердой фазы при высушивании (рис. 5).

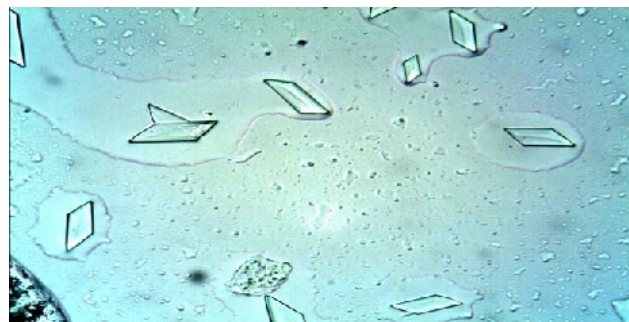


Рис.5. Фотографія структури твердої фази анодита після релаксації, збільшення в 720 раз

Технологии электрохимической активации могут использоваться практически в любой отрасли пищевой промышленности, там, где имеется соприкосновение с жидкостью, поэтому важен контроль качества активированной воды. Кристаллографический метод позволяет оценить степень воздействия физической обработки на воду и продолжительность существования метастабильного состояния воды.

Воздействие на воду магнитного поля приводит к изменению ее биологической активности. При прохождении через магнитное поле в воде искажаются и разрываются водородные связи, происходит переход в метастабильное активированное состояние. Такие структурные изменения воды сохраняются в течение 30-100 часов, пока вода постепенно восстанавливает собственную структуру за счет того, что разрушает окружающие молекулы, растворяет крупные соединения.

Широко используется омагничивание воды в теплотехнике, энергетике, в пищевой, химической промышленности, сельском хозяйстве, медицине и фармакологии.

Оценка качества магнитной обработки воды может быть проведена кристаллографическим методом, заключающимся в сравнении под микроскопом кристаллов, полученных на предметном стекле при высушивании необработанной и обработанной воды.



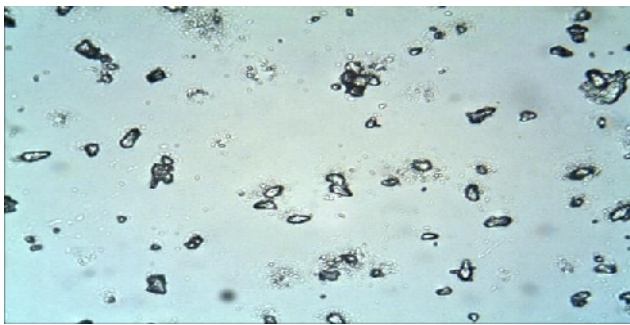


Рис.6. Фотографія структури твердої фази води до омагнічювання, збільшення в 720 раз

Известен и широко применяется в настоящее время кристаллооптический способ контроля магнитной обработки воды, предложенный бельгийской фирмой "Эпюро", этот метод единственный, который рекомендован всеми изготовителями омагничивающих аппаратов для контроля эффективности омагничивания.

Метод относительно прост и может быть рекомендован для производственного контроля эффективности магнитной обработки воды, по результатам которого в технологию омагничивания могут быть внесены коррективы. Установлено, что уменьшение среднего размера кристаллов в 2-3 раза и относительное увеличение их числа подтверждает эффектив-



Рис.7. Фотографія структури твердої фази води после омагнічювання, збільшення в 720 раз

ность магнитной обработки воды (рис. 6, рис. 7).

Для омагничивания водопроводной воды использовалось устройство "Экомаг-10", магнитная индукция на внутренней стенке устройства – 0,2 Тл.

**Заключение.** Исследование самих механизмов активации воды имеет большое значение для создания новых технологий в пищевой промышленности. Особенности, степень активации воды, период релаксации поможет определить кристаллографический метод. Метод относительно дешевый, возможно его применение на производстве для контроля работы установок активации воды в различных технологических процессах.

Поступила 08.2011

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Курик, М.В. О фрактальности питьевой воды («Живая вода»). Физика, сознание и жизнь. Космология и астрофизика [Текст] / М.В. Курик – 2002. - №3. - С. 45-48.
2. Курик, М.В. Мицеллярность и фрактальные кластеры биологических структур [Текст] / М.В. Курик // Изв. АН СССР, сер. физ. - 1991. - 55(9). - 1798 с.
3. Аносов, В.Н. Новый подход к проблеме воздействия слабых магнитных полей на живые объекты: доклады РАН [Текст] / В.Н. Аносов, Э.М. Трухан -2003. - Т. 392. - № 5. – С. 689–593.
4. Гуляев, Ю.В. Модификация структурно-энергетического состояния воды в электрическом поле [Текст] / Ю.В. Гуляев, С.М. Еремин, И.А. Марков // Радиотехника. - 1997. - №11 – С. 29-30.
5. Большаков, А.С. Технологические свойства активированной воды [Текст] / А.С. Большаков // Пищевая технология. - 1992.-№2. - С. 3-5.
6. Roy, R. (2004) A contemporary materials science view of the structure of water. Symposium on Living Systems [Tekst] / R. Roy // Materials Research, Boston, MA, Nov. 28, 2004.

УДК [664.8/9:621.798-034]:667.648.27

АНДРІЯНОВ О.Д., канд. хім. наук, доцент, КУЗНСЦОВА І.О., канд. техн. наук, доцент,  
ЯНЧЕНКО К.А., асистент

Одеська національна академія харчових технологій

### УМОВИ ФОРМУВАННЯ КАРБОНАТНОЇ ПЛІВКИ ДЛЯ ЗАХИСТУ СТАЛІ ВІД КОРОЗІЇ

Досліджена кінетика корозії сталі залежно від різноманітних умов формування оксидно-карбонатної плівки: лужності води, концентрації хлорид-іонів, перемішування, надходження кисню та діоксиду вуглецю. Про екранувальні властивості оксидно-карбонатної плівки судили за швидкістю загальної корозії зразків сталі 3. Подано також дослідження кінетики руйнування оксидно-карбонатної плівки. Екранувальні властивості оксидно-карбонатної плівки на поверхні непасивованих сталей у морській воді поліпшуються з посиленням аерації та підвищенням лужності морської води.

**Ключові слова:** сталь, корозія, оксидно-карбонатна плівка, кінетика.

The study of kinetics of corrosion became depending on the various conditions of forming of oxide-carbonate husk has been presented: alkalinity of water, concentration of chloride-ions, interfusion, receipt of oxygen and carbon dioxide. About screening properties of oxide-carbonate husk judged by general corrosion speed of steel 3 samples. Researches of kinetics of destruction of oxide-carbonate husk also are resulted. Screening properties of oxide-carbonate husk on the surface of non-passivated steels in sea water get better with strengthening of aeration and increase of sea water alkalinity.

**Keywords:** steel, corrosion, oxide-carbonate husk, kinetics.

Розкид значень швидкості корозії незахищеної

конструкційної сталі у морях пояснюють відмінністю гідрохімічних параметрів акваторій. Переважаючими параметрами вважають концентрацію розчиненого кисню, потужність обростання, температуру та, нарешті, стан карбонатно-кальцієвої складової моря, яка зумовлює утворення вапнистого наросту (кальциту) при підлученні шару води у катодних зонах кородуючого металу. Швидкість утворення вапнистого осаду на металі залежить як від величини рН у дифузійному шарі, так і від пересиченості морської води кальцій карбонатом, що, у свою чергу, пов'язано з температурою води та концентрацією йонів кальцію та гідрокрбонату (карбонатною "лужністю", яка визначається ацидометрично).

Вплив лужності на екрануючі властивості плівки з продуктів корозії та кальцій карбонату досліджено в основному в синтетичних моделях морської води у короткотривалих дослідях (кілька годин), що не дозволило співставити лабораторні досліди з природ-