

**ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ВОДОРОДНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ:
ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ
(Обзор)**

Гольцова Л. Ф.

*ГОУВПО “Донецкий национальный технический университет”,
г. Донецк, e-mail: lyudmila-ya@mail.ru*

Наука – это не только знания, отраженные в научных журналах и книгах, которые хранятся в библиотеках, а теперь доступны и в Интернете. Наука, прежде всего, – это научные сообщества, которые обладают знаниями и постоянно обновляют их, контактируют между собой, обмениваются научной информацией и всегда функционируют в рамках определенной парадигмы, принятой в данный исторический момент. Согласно Куну [1], парадигма – это система общепризнанных научных положений, которые определяют мышление научного сообщества в данное историческое время и дают научному сообществу возможность ставить и решать назревшие научные проблемы.

Другой аспект науки: даже самые значимые достижения науки не могут быть реализованы на практике, пока не сформируются необходимые исторические условия и не возникнут соответствующие технические и жизненные потребности общества.

Водород является эффективным источником энергии, и водородная энергетическая идея – использовать водород вместо угля – в течение двух последних столетий систематически привлекала внимание ученых и инженеров и была убедительно обобщена писателем-фантастом Жюлем Верном, 1874 г.

В соответствии с вышесказанным, нет ничего удивительного в том, что только назревающие экологические проблемы и мировой кризис 1970-х шаг за шагом стали менять отношение к водородной энергетической идее. И в 1974 г. была образована Международная ассоциация водородной энергетики (МАВЭ, профессор Т. Nejat Vezirođlu – президент-основатель) со штаб-квартирой в Институте чистой энергии университета Майами (США). С целью создать основу для формирования водородного энергетического сообщества МАВЭ стала издавать “International Journal of Hydrogen Energy” (IJHE) и организовывать двухгодичные Всемирные конференции по водородной энергетике (WHES).

Наукометрическое исследование начального периода развития водородной энергетической идеи и исходного формирования мирового водородного сообщества было выполнено Гольцовой с соавторами [2]. В последующие годы первоначально активно формировалась концепция водородной экономики, а далее зародилась новая крупномасштабная концепция – концепция водородной цивилизации (Hydrogen Civilization Conception, HуСi-Conception, HуСi-концепция) [3].

Успешность движения человечества по экологически чистому вектору “Водородная энергетика → Водородная экономика → Водородная цивилизация” [4] обеспечивается в настоящее время деятельностью мирового водородного движения, в рамках которого действуют два больших международных научно-технических сообщества: сообщество по водородной энергетике (ВЭ-сообщество) и сообщество по водородному материаловедению (ВМ-сообщество) [5]. Рассмотрим далее структуру и достижения ВМ-сообщества и его взаимодействие с ВЭ-сообществом.

Материалы являются абсолютно необходимой составной частью жизни человечества. Соответственно, сообщество материаловедов существовало во все исторические времена и развивалось перманентно, а в течение последних трех столетий оно обеспечивало все новые и новые запросы развивающейся индустриальной цивилизации.

Водородное материаловедческое сообщество также имеет свою, уже достаточно долгую историю. Действительно, в XX веке промышленность всех стран перманентно имела крупные неприятности (и происходили даже весьма масштабные технические катастрофы) из-за водородной деградации конструкционных сталей (флокены, водородная хрупкость, водородная коррозия и т. д. [6]). Эти проблемы всегда были в

центре внимания международных конференций P. Bastien и P. Azu “Hydrogen in Metals” (Франция). Остается она ‘взрывоопасной’ и в настоящее время.

В 1970-х годах XX века стала интенсивно формироваться новая составная часть водородного материаловедческого сообщества, которая стала разрабатывать функциональные водородосодержащие материалы на основе гидридов, необходимые для хранения водорода. Это сообщество ученых и инженеров стало проводить свои большие конференции, которые затем были объединены с конференциями по водородной хрупкости, и сформировались двухгодичные симпозиумы “Hydrogen and Materials: Fundamentals and Applications”, успешно работающие до настоящего времени.

В начале 1970-х было открыто явление водородофазового наклепа. Это явление впервые показало новую возможность использовать водород для обработки материалов с целью улучшения их свойств(!). При чтении лекций в США В. А. Гольцовым на основе явления ВФН, на основе истории и общих законов развития металловедения и материаловедения была разработана новая парадигма материаловедения, положившая начало новой области водородного материаловедения и техники – “Водородной обработке материалов” (ВОМ). Крушение старой парадигмы водородного материаловедения было достигнуто благодаря работам многих ученых и научных групп, и водородная обработка материалов стала привлекать все новых и новых последователей. Под эгидой МАВЭ в Донецке стали проводиться специальные конференции по водородной обработке материалов (ВОМ-95, ВОМ-98, ВОМ-2001, ВОМ-2004, ВОМ-2007), начало которым положила в 1988 г. Всесоюзная конференция “Водородная обработка металлических материалов”, прошедшая в Донецке. На ВОМ-конференциях водородное сообщество подводило итоги научных и практических достижений нового водородного материаловедения за соответствующие годы.

Водородная обработка титановых сплавов разрабатывалась все это время на более широких научных основах, чем это было реализовано Н. Schleicher и U. Zwicker в их пионерской работе. Оказалось, что путем временного легирования водородом можно не только стабилизировать β -фазу, но и вызывать воздействием водородом такие фазовые превращения, которые невозможны в исходных сплавах титана, не содержащих водород. Большой массив новых знаний был получен благодаря работам многих научных групп под руководством Б. А. Колачева, А. А. Ильина, Е. Г. Понятовского, В. Е. Антонова, К. Kerr, D. Eylon, F. H. Froes, H. Yoshimura, Sh. Zhang и др.

Постоянно действующий международный научный комитет по водородной обработке материалов (ПДМНК ВОМ) был основан (10 июня 1997 г.) Меморандумом президента МАВЭ, профессора T. Nejat Vezirođlu. Чрезвычайно важно, что по планам деятельности ПДМНК ВОМ была написана авторами из 10 стран мира и затем опубликована коллективная монография “Progress in Hydrogen Treatment of Materials” (под редакцией В. А. Гольцова). Монография обобщила основные достижения ВОМ за первые десятилетия развития. В настоящее время она используется учеными в 33 странах мира.

За последние несколько лет были открыты новые возможности водородной обработки сталей и сплавов на основе железа, никеля и других металлов. Эти новые способы ВОМ активно развивались В. И. Похмурским, В. В. Федоровым, Ю. М. Буравлевым для использования в химико-термической обработке и в процессах нанесения покрытий на конструкционные материалы. Весьма важно, что процессы литья могут быть существенно улучшены с помощью водорода (F. Erdman-Jesnitzer, Г. П. Борисов, В. И. Шаповалов). Водородная обработка каталитических, мембранных и функциональных материалов дает большие возможности в их ближайшем будущем (J. Pielaszek, В. А. Гольцов, Н. И. Тимофеев, В. М. Грязнов). Солитон, движущийся по поверхности сплава палладий–водород, был зафиксирован Г. И. Жировым и М. В. Гольцовой. Формоизменение палладия, индуцированное водородом, изучалось Р. В. Котельвой, Ж. Л. Глуховой, М. В. Гольцовой, Е. Н. Любименко.

Из рассмотренной выше истории развития основ водородной обработки материалов (ВОМ) достаточно наглядно видно, что ВОМ – уже вполне сформировалась как новая область материаловедения и техники. И в то же время очевидно, что ВОМ привлекает все новых и новых исследователей и инженеров. В целом ВОМ-сообщество уже вполне оформилось и перманентно растет. Таким образом, в настоящее время научное сообщество по водородному материаловедению включает три достаточно самостоятельных, но взаимосвязанных сообщества: научное сообщество, разрабатывающее природу и меры борьбы с водородной деградацией сталей и сплавов; научное сообщество, разрабатывающее хранение и транспортировку водорода в виде гидридов и химических соединений и научное сообщество по водородной обработке материалов с целью улучшения их структуры и свойств.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что проблема материалов всегда являлась и является важной составной частью любого глобального вектора развития индустриальной цивилизации. Отсюда следует необходимость постоянного и все более тесного сотрудничества ВМ- и ВЭ-сообществ. Содружество и взаимодействие этих международных научных сообществ в начале XXI века получило дальнейшее развитие в результате двух международных конференций, проведенных МАВЭ и ДонНТУ [7,8]. Именно деловая кооперация этих сообществ обеспечит будущее успешное вхождение в жизнь водородной экономики, а затем будущий переход к водородной цивилизации, единственному устойчивому, экологически чистому будущему человечества [3, 4].

Литература

1. Kuhn, I. The Structure of Scientific Revolution / I. Kuhn. – 2nd ed. – Chicago : Enlarged University of Chicago Press, 1970.
2. Scientometric studies of the problem of ‘Hydrogen Energy and Technology’ in the world / L. F. Goltsova, R. F. Alimova, V. A. Garkusheva, V. A. Goltsov // Intern. J. Hydrogen Energy. – 1990. – Vol. 15. – P. 655–661.
3. Goltsov, V. A. From hydrogen economy to hydrogen civilization / V. A. Goltsov, T. N. Veziroğlu // Intern. J. Hydrogen Energy. – 2001. – Vol. 26. – P. 909–915.
4. Гольцов, В. А. Виртуальный путь человечества в эру водородной цивилизации / В. А. Гольцов, Л. Ф. Гольцова // Энергия. – 2015. – № 6. – С. 57–64.
5. Гольцова, Л. Ф. Мировое водородное движение: научные сообщества по водородной энергетике и водородному материаловедению – исторические и современные аспекты (обзор) / Л. Ф. Гольцова // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 1 (141). – С. 198–211.
6. Progress in Hydrogen Treatment of Materials / Editor V. A. Goltsov. – Donetsk–Coral Gables : Kassiopeya, Ukraine–USA, 2001. – 543 pp.
7. Водородная экономика и водородная обработка материалов: труды Четвертой межд. конф. “ВОМ-2004”. Донецк–Святогорск, 17–21 мая 2004. – Донецк: ДонНТУ, 2004. – i–xxxix, 586 с.
8. Водородная экономика и водородная обработка материалов: труды пятой межд. конф. “ВОМ-2007”. Донецк, 21–25 Мая 2007. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – 936 с.