



Сборник докладов  
Четвертой Международной  
конференции и Шестой  
Международной Школы  
молодых ученых и  
специалистов  
ISHM'10  
Воронеж, 05–10 июля 2010 г.

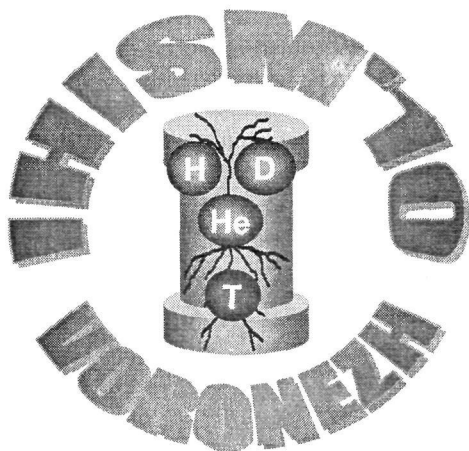
**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА  
С КОНСТРУКЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ  
(ISHM'10)**



ФГУП  
"РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР –  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ"

Сборник докладов Четвертой Международной конференции  
и Шестой Международной Школы молодых ученых  
и специалистов. IHISM'10

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА  
С КОНСТРУКЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.  
IHISM'10**



г. Воронеж, 05–10 июля 2010 г.

Под редакцией доктора технических наук А. А. Юхимчука

Саров  
2011

ББК 24.121  
В-40  
УДК 564.11

**Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами. IHISM'10.** Сборник докладов Четвертой Международной конференции и Шестой Международной Школы молодых ученых и специалистов. IHISM'10. Под ред. д.т.н. А. А. Юхимчука – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2011.

ISBN 978-5-9515-0107-3

Сборник содержит доклады, представленные на Четвертую Международную конференцию и Шестую Международную Школу молодых ученых и специалистов «Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами. IHISM'10».

Материалы представлены по следующим темам: кинетика и термодинамика взаимодействия изотопов водорода с твердыми телами, включая эффекты накопления радиогенного гелия, влияние изотопов водорода на свойства конструкционных материалов, гидриды и гидридные превращения, аппаратура и методы исследования.

Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов технических ВУЗов и техникумов, изучающих взаимодействие водорода и его изотопов с конструкционными материалами.

Печатается с оригинальных текстов авторов

Составители:

*А. А. Юхимчук, А. В. Бучирин*

ISBN 978-5-9515-0107-3

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011

<i>Чепель В. Е., Компаниец Т. Н., Юхимчук А. А.</i> Исследование теплопроводности прессованного порошка сплава $(Ti_{0,9}Zr_{0,1})_{1,1}CrMn$ в среде водорода высокого давления.....	226
<i>Любименко Е. Н., Гольцова М. В., Глухова Ж. Л.</i> Явление водородоупругости для палладиевой пластинки и формирование градиентного $PdH_x$ сплава.....	237
<i>Бушмин Б. В., Глаговский Э. М., Денисов Е. А., Дубровский Ю. В., Иванова С. В., Колпаков А. Я., Селезнева Л. В., Хазов И. А.</i> О результатах разработки защитных вакуумных ионно-плазменных покрытий, снижающих поглощение водорода циркониевыми изделиями.....	245
<b>Секция 4. Аппаратура и методы исследования</b>	
<i>Попов В. В.</i> Математическое моделирование физико-химических процессов в металлогидридном топливном баке.....	256
<i>Лобко В. Н.</i> Сравнительный анализ интегрального и дифференциального вариантов метода проницаемости. Математический аппарат. Эксперимент.....	270
<i>Волков А. Ф., Гольцов В. А.</i> Диффузионные фильтры изотопов водорода.....	283
<i>Изгородин В. М., Пепеляев А. П.</i> Применение метода регистрации вторичного излучения трития при исследованиях насыщенности и истечения изотопов водорода для некоторых сталей.....	287
<i>Стеньгач А. В., Тарасова А. И., Голубева В. Н., Миронова И. М.</i> Выбор оптимальных температурно-временных режимов перераспределения трития в титане для последующего его захоронения.....	299
<i>Стеньгач А. В., Казаковский Н. Т., Голубева В. Н., Тарасова А. И., Масленникова О. Б., Пурьева А. П.</i> Применение нанодисперсного пористого углерода и гидридообразующих металлов при детритировании конструкционных материалов.....	303
<i>Хапов А. С., Киселёв В. Г.</i> Особенности организации работ с тритием в ФГУП «ВНИИА им. Н. Л. Духова».....	306
<i>Порошин А. В.</i> Статистический метод оценки безвозвратных потерь ядерных материалов.....	315
<i>Лумтеева Т. П., Волков А. Ф., Гольцова М. В.</i> Организация «водородного» образования в ВУЗе.....	323
<b>Список участников</b> .....	327
<b>Авторский указатель</b> .....	337



**ОРГАНИЗАЦИЯ «ВОДОРОДНОГО» ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ**

Т. П. Лумпиева, А. Ф. Волков<sup>1</sup>, М. В. Гольцова<sup>2</sup>

Донецкий национальный технический университет

lumpieva@mail.ru,

<sup>1</sup>a.volkov@mail.ru,

<sup>2</sup>m\_goltsova@mail.ru

*В данной статье описана организация «водородного» образования в Донецком национальном техническом университете (Украина). Рассказано о работе студенческого Водородного клуба и проведении студенческих научных конференций.*

*Organizing of «hydrogen» education in Donetsk National Technical University (Ukraine) is described in article. Work of the Students Hydrogen Club and students science conferences holding are recited.*

Ключевые технологии и материалы всегда играли определяющую роль в истории общества, выполняя не только узкопроизводственные, но и социальные функции. Сейчас мы вошли в тот век, который уже можно называть как веком нанотехнологий, так и веком водородной энергетики, водородной экономики, водородных технологий. В качестве подтверждения можно процитировать президента Национальной ассоциации водородной энергетики (НАВЭ) П. Б. Шелища: «Научно-технические прогнозы, подкрепленные большими инвестициями наиболее экономически сильных государств и корпораций, предвещают в течение ближайших десятилетий возникновение нового глобального технологического уклада, основанного на водородной энергетике и технологиях».

Водородная энергетика стала национальной идеей США, Японии, Евросоюза и должна стать национальной идеей России и других стран СНГ. Созданная в России Национальная ассоциация водородной энергетики ставит своими основными задачами стимулирование и координацию усилий государства, бизнеса и науки в развитии водородной экономики в стране. Состояние, перспективы и задачи научных исследований – центральный вопрос разработанной ассоциацией концепции. Без науки продвижение к водородной экономике невозможно в принципе и нет ничего важнее исследований в этой области.

Если проанализировать историю науки, то можно увидеть, что многие революционные изменения в обществе связаны с большими трудностями, вызванными нежеланием людей принять новую информацию, особенно, если она противоречит уже устоявшейся, привычной большинству картине мира. Поэтому уже сегодня надо предусмотреть как максимально использовать человеческий фактор, причем не только специалистов в области водородной энергетики, но и всех остальных пользователей энергии, не имеющих специального образования. Это обусловлено тем, что именно населению отводится роль сознательных производителей и потребителей новой энергии [1].

Водородная энергетика на постсоветском пространстве находится в начале своего пути, но, тем не менее, уже сейчас необходимо широкое распространение основных идей водородной энергетике, прежде всего среди молодежи, проводить работу по организации всеобщего обучения по водородной энергетике, как в школах, так и в вузах. Поэтому НАВЭ в качестве одной из приоритетных задач выдвигает следующую:

– массовая пропаганда перехода к водородной экономике, включая «водородный всеобщий» в учебных заведениях.

В 2001 году в Донецке были сформулированы основные направления работы по линии «водородная энергетика – водородная экономика – водородная цивилизация». Одно из направлений работы заключается в формировании массового «водородного» сознания через общеобразовательные программы в школах, колледжах, университетах [2].

Первое добровольное неформальное студенческое объединение «Водородный клуб МИРЭА для студентов всех времен и народов» возникло в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА). Клуб принял устав, организовал выпуск газеты, создал свой сайт, на котором объявлен Интернет-конкурс статей для серии брошюр под общим названием «Энергия будущего» (конкурс объявлен Экспертным советом по высоким технологиям РФ). Участники Водородного клуба помогали преподавателям в разработке учебного пособия по водородной энергетике «Энергия будущего», которое выставлено на сайте клуба. Опубликован на сайте и русский перевод самой популярной книги по водородной энергетике «Солнечно-водородная энергия. Сила, способная спасти мир» Дж. О. М. Бокриса, Т. Н. Везироглу, Д. Смит. Студенты много занимаются этой темой, участвуют в посвященных водородной энергетике «круглых столах», симпозиумах, конференциях, в том числе международных. Очень перспективным являются ЭСНЛ – экспериментальные студенческие научные лаборатории, которые создаются Водородным клубом под руководством известных ученых. Клубная деятельность университетской молодежи направлена на свободное самовыражение. По сравнению с другими формами студенческой деятельности она является более демократичной, свободной от стереотипов, и даст возможность сконцентрировать интересы на острых проблемах современности, в частности, на проблемах предупреждения возможных экологических катастроф. Эта деятельность способствует и развитию самих студентов, и решению важнейших практических задач, связанных с водородной энергетикой.

Второй студенческий водородный клуб «Соколиная гора» был создан студентами из Швеции. Сам факт его создания показал востребованность неформального водородного движения в мире и открыл дорогу международному сотрудничеству студентов в области водородной энергетике. Современные интернет-технологии являются хорошей базой для такого взаимодействия.

Организован студенческий Водородный клуб и в Белорусском государственном университете на химическом факультете. Члены клуба проводят исследования процессов воздействия на материалы потоков атомарного водорода и кислорода, разрабатывают новые составы оксидных ионных проводников для топливных элементов.

В феврале 2006 года в Донецком национальном техническом университете (ДонНТУ) на базе кафедры физики организован первый в Украине Молодежный водородный клуб «СОВА» (студенческое общество водородных активистов). Причин этого несколько. Кафедра имеет тридцатипятилетний опыт научно-исследовательской и просветительской деятельности в области водородной энергетики, водородной экономики и водородной обработки материалов. На кафедре функционирует Проблемная лаборатория взаимодействия водорода с металлами и проводятся Международные конференции, посвященные этой тематике. ДонНТУ сотрудничает с Международной ассоциацией по водородной энергетике (МАВЭ) и Международной инженерной академией (МИА, Россия). На базе ДонНТУ работает под патронатом МАВЭ постоянно действующий международный научный комитет по водородной обработке материалов, функционирует «Объединенный научный и координационный совет по перспективам перехода к водородной экономике» (ОНК-Совет), в который вошли 20 организаций Украины, России, Узбекистана и Таджикистана. По инициативе ДонНТУ издается журнал ОНК-Совета «Вестник водородной экономики и экологии» (ВВЭЭ).

У водородного клуба есть свой устав. Членом клуба может быть любой желающий при условии, что он соблюдает устав. Задача клуба – донести до студентов то, как важны водородные технологии, сколько пользы они смогут принести, как немаловажно все глубже и глубже развивать это направление. Также необходимо понимать и объяснять то, что все отрасли народного хозяйства в будущем, так или иначе будут тесно связаны с водородными нововведениями. При развитии водородных технологий нужно будет решать проблемы, связанные с получением водорода (нужны химики и технологи), его транспортировкой и хранением (химики, механики, металлурги), использованием (энергетики, электротехники) и так далее. Наш вуз готовит специалистов по этим направлениям подготовки, поэтому важно уже с первого курса вести с ними просветительскую работу по «водородному» образованию. В рамках проводимых кафедрой физики конференций студенты имеют возможность лично пообщаться как с известными учеными, так и с начинающими свою научную деятельность аспирантами, узнать о новых направлениях дальнейшего развития водородной отрасли. Многие из них работают во время конференций гидами и переводчиками.

Донецкий национальный технический университет ведет большую работу по развитию интереса к водородной проблеме среди студентов. Для этого в течение почти десяти лет кафедра физики проводит студенческие научные конференции. Одна из секций этой конференции, посвященная проблемам водородной энергетики и взаимодействия водорода с металлами, так и называется «Водородный клуб». Участвуют в работе этой секции, как правило, студенты первого курса и члены водородного клуба.

Главная цель таких мероприятий – пробудить интерес к рассматриваемой проблеме. Если это удастся сделать, то можно будет считать, что получен конкретный результат, даже если у студента не будет никаких научных статей, заявок на изобретения и т. п. Здесь важен воспитательный, нравственный аспект. Другая задача – предоставить студентам возможность пообщаться между собой на почве интереса, так как совместная научная работа обладает свойством объединять людей.

Проводятся студенческие конференции в соответствии со сценарием, принятым для международных конференций. Тезисы докладов студентов обязательно публикуются в сборниках. Эти публикации прежде всего преследуют воспитательные цели. Понятно, что информация, изложенная в докладе, не является результатом личных научных исследований студента-первокурсника и уже была изложена в каких-то первичных источниках информации: книгах, журналах, сети интернет. Тем не менее, студент искал материал, прорабатывал его, писал тезисы, поэтому сборники тезисов являются своеобразной материальной реализацией его труда, которую можно поддержать в руках, кому-то показать и т. д. Это, безусловно, стимулирует студентов к дальнейшей работе, повышает их собственную самооценку. Творческий дух наших конференций зачастую служит толчком для занятий серьезной научной деятельностью на старших курсах.

В работе конференций и Водородного клуба участвует небольшое количество студентов, а работу по всеобучу надо проводить со всеми. В связи с этим кафедра физики нашего университета внесла в базовую рабочую программу курса физики следующий пункт: «Физические и химические свойства водорода как энергоносителя. Научные основы водородной энергетики и технологии и экологические проблемы современного мира. Перспективы их решения в XXI веке» [3]. Этот материал читается на заключительной лекции.

Студентам электротехнического факультета читается курс «Нетрадиционные источники энергии», в котором также рассматриваются вопросы водородной энергетики.

Таким образом, воздействие новых технологий на общественную жизнь имеет всеобщий характер и затронет все стороны жизни, быта, социальных отношений. Для молодых людей вопрос состоит лишь в том, будут ли они только потребителями или же еще и разработчиками и создателями этих технологий. Нынешние студенты и аспиранты, специалисты различного профиля должны уметь ориентироваться в этом быстро меняющемся мире, правильно оценивать социальные, экономические и политические последствия внедрения новых технологий, подготовиться к новым условиям жизни, новым принципам производства и в итоге, найти свое место в жизни.

### Список литературы

1. Энергия будущего / Под общей ред. акад. РАН В. В. Лунина. Авторы-составители: А. С. Сигов, В. А. Гольцов, А. А. Евдокимов, В. М. Лазарев и др. М.: АСМИ, 2005.
2. Goltsov V. A. Memorandum on the transition from the fossil system to hydrogen economy and then to hydrogen civilization // Int. J. Hydrogen Energy. 2002. Vol. 27, N 7–8. P. 725–726.
3. Базова робоча програма з курсу загальної фізики // Складачі: В. О. Гольцов, В. М. Терещенко. Донецьк: ДонНТУ, 2006. С. 8.



**Взаимодействие изотопов водорода  
с конструкционными материалами. IHISM'10**

Сборник докладов Четвертой Международной конференции  
и Шестой Международной Школы молодых ученых  
и специалистов. IHISM'10

Компьютерная подготовка оригинала-макета *С. В. Макеева*

---

Подписано в печать 14.10.2011. Формат 70×108/16.  
Усл. печ. л. 27,6. Уч.-изд. л. 21,1. Тираж 120 экз.  
Зак. тип. 1040-2010

---

Отпечатано в ИПК ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»