

СИМУЛЯТОР ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕТОНАЦИОННОГО СИНТЕЗА

Е. С. Ананьева, Ю. В. Гребенщиков, М. В. Гунер, Е. А. Зрюмов,
П. А. Зрюмов, А. Г. Зрюмова, Е. А. Петров

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»,
г. Барнаул

В статье рассмотрен симулятор взрывной камеры для исследования физико-химических процессов детонационного синтеза, предназначенный для моделирования детонационного процесса и изучения аппаратурно-технологической схемы производства фазы синтеза наноразмерных алмазов, с последующим исследованием их свойств

Ключевые слова: симулятор, детонационный синтез, взрывная камера.

При профессиональной переподготовке специалистов со средним и высшим техническим образованием на предприятиях, занимающихся высокотехнологичными производствами, особенно синтезом наноматериалов, часто встает вопрос о создании симуляторов, создающих впечатление действительности, отображая часть реальных явлений и свойств в виртуальной среде. Это способствует экономии дорогостоящих материалов при проведении обучения, выполнению высоких требований к обеспечению промышленной безопасности, формированию нужных компетенций для дальнейшей работы на реальном оборудовании.

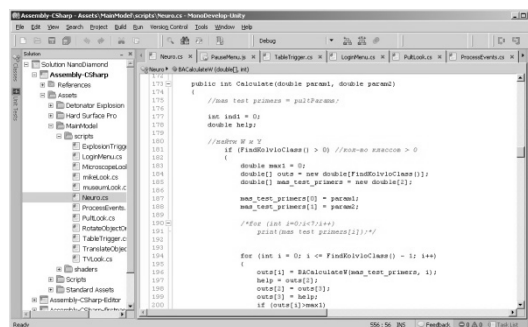
Цель работы – создание компьютерного симулятора, имитирующего физико-химический процесс детонационного синтеза при производстве наноалмазов.

Задачами компьютерного симулятора являются:

- автоматизация отдельных блоков аппаратурно-технологической схемы производства фазы синтеза наноразмерных алмазов;
- формирование единой информационной базы данных;
- расчет плановых и фактических показателей свойств наноалмазов, полученных на виртуальной взрывной камере.

Автоматизированная исследовательская система «Симулятор взрывной камеры для исследования физико-химических процессов детонационного синтеза» реализована в виде виртуальной реальности, моделирующей центр по производству и исследованию нано-

алмазов, полностью погружающей пользователя в образовательную среду. Это сделано с помощью инструмента для разработки 3D приложений «Unity3D», позволяющего создавать трехмерную графику и разрабатывать программное обеспечение на языках программирования C# и JavaScript для управления процессом обучения (рисунок 1, а, б).



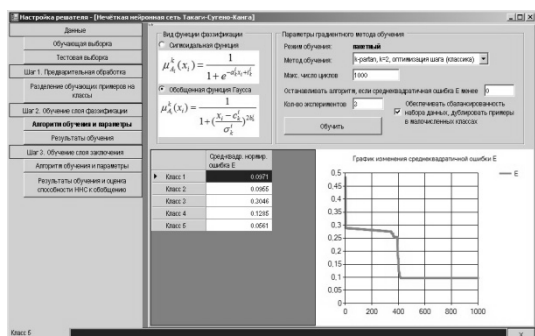
а)



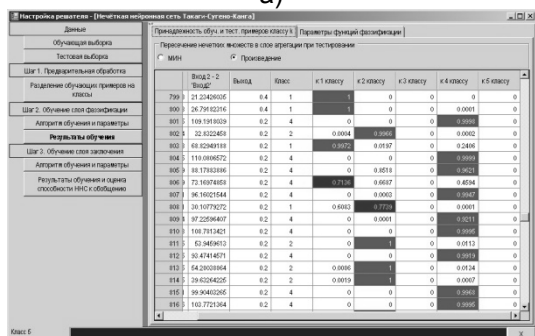
б)

Рисунок 1 – Разработка симулятора в приложениях «Unity3D»

В ходе работы над проектом, была создана система искусственного интеллекта, основанная на нечетких нейронных сетях Такаги-Сугено-Канга. Обучение нейронной сети осуществлялось на заранее сформированных экспертных выборках, прогнозирующих состав и свойства наноалмазов от установленных начальных параметров процесса детонационного синтеза, которые получены на промышленной взрывной камере (рисунок 2, а, б), поэтому модель работы взрывной камеры физически непротиворечива и универсальна.



а)



б)

Рисунок 2 – Обучение нейронной сети симулятора

После запуска симулятора пользователь попадает на территорию центра «Наноалмаз» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Виртуальный центр «Наноалмаз»

Для входа внутрь центра пользователю необходимо подойти к дверям центра. Двери центра будут открыты автоматически, как только пользователь подойдет к дверям вплотную. После выполнения входа, пользователь попадает в главный холл центра «Наноалмаз». С помощью клавиш «Вперед» и «Назад» можно перемещаться по холлу и познакомиться с основными отделами центра, это:

- музей;
- компьютерный класс;
- пульт управления;
- взрывная камера;
- лаборатория;
- комната отдыха.

Рассмотрим каждый из данных отделов более подробно.

Для того чтобы узнать историю и достижения центра можно посетить виртуальный «Музей», после входа в который пользователь знакомится с выдающимися учеными, внесшими большой вклад в изучение процесса получения наноалмазов, наградами, моделями первых взрывных камер, а также изделиями, которые произведены с добавлением данного продукта.



Рисунок 4 – Музей центра «Наноалмаз»

Перед тем как приступить к экспериментальным исследованиям, пользователь может пройти курс обучения в «Компьютерном классе». В электронном учебнике приведены краткие теоретические сведения о процессе детонационного синтеза при производстве наноалмазов. Для того чтобы пройти курс обучения, пользователю необходимо с помощью клавиш управления подойти к доске. На доске появится слайд с названием учебного курса «Исследование физико-химических процессов детонационного синтеза и применения наноалмазов». Используя

СИМУЛЯТОР ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕТОНАЦИОННОГО СИНТЕЗА

клавиши управления можно осуществлять навигацию по слайдам и познакомиться с учебным материалом (рисунок 5).

Для управления процессом взрыва используется специальное помещение – «Пульт управления», визуальное представление которого показано на рисунке 6. В данной комнате пользователь настраивает основные параметры взрыва: объем взрывной камеры, масса заряда, давление в камере, тепловой эффект взрыва, содержание добавки, а также выбирается тип взрывчатого вещества.

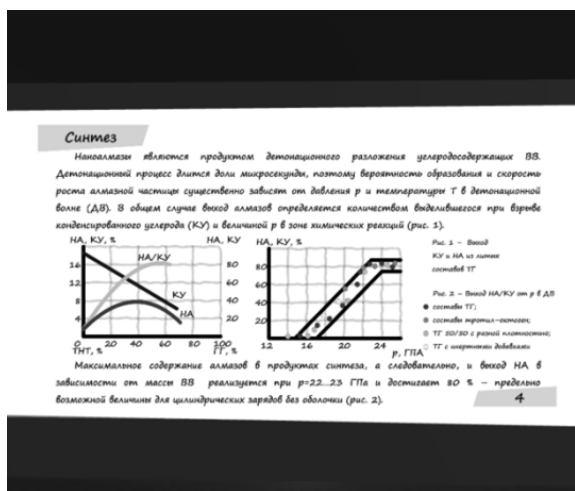


Рисунок 5 – Работа с электронным учебником

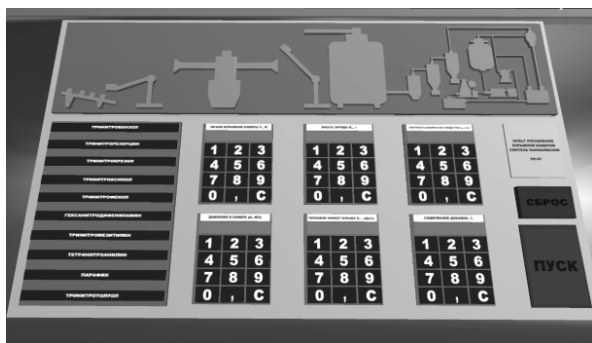


Рисунок 6 – Пульт управления

Моделирование процесса детонационного синтеза для получения наноалмазов происходит в помещении, которое называется «Взрывная камера» (рисунок 7). Внутри помещения размещена экспериментальная установка, состоящая из автомата поштучной подачи зарядов взрывчатого вещества, подъемника, установки пневмотранспортирования, взрывной камеры, автоматического манипулятора, зарядного устройства, камеры, линии

подачи газообразных продуктов, каскада циклонов-сепараторов, гидроулавливателя, сборника суспензии, центрифуги и насосов. Процесс производства наноразмерных алмазов, который происходит на представленной экспериментальной установке, также показывается пользователю на макроуровне внутри основных функциональных блоков.

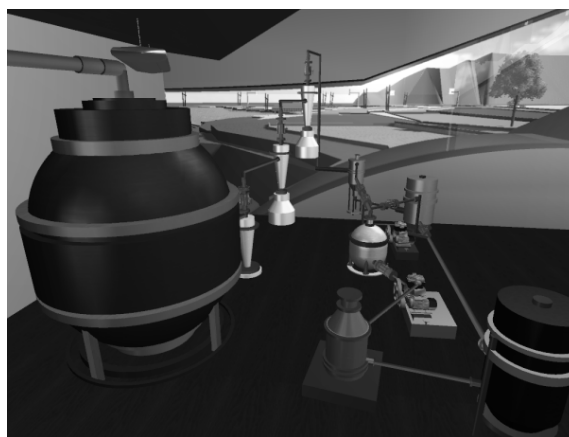


Рисунок 7 – Взрывная камера

В «Лаборатории» происходит проверка различных параметров полученного продукта взрыва. Пользователь может провести исследование на электронном микроскопе, высокоточных электронных весах и аппарате гранулометрического анализа продукта.

Выводы.

Разработанное программное обеспечение полностью отражает технологически процесс производства наноструктурированных материалов. Симулятор может быть использован в образовательном процессе подготовки и переподготовки кадров в области производства наноструктурированных материалов. Программное обеспечение построено с помощью современных средств разработки, соответствует принципам расширяемости и может быть использовано для имитации процесса производства различных композиционных материалов.

Симулятор взрывной камеры для исследования физико-химических процессов детонационного синтеза создан при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ.

Зрюмов Евгений Александрович – к.т.н., профессор, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: e.zrjmov@mail.ru; **Ананьева Елена Сергеевна** – к.т.н., профессор; **Гребенщиков Юрий Владимирович** – старший преподаватель; **Гунер Михаил Вик-**

Е. С. АНАНЬЕВА, Ю. В. ГРЕБЕНЩИКОВ, М. В. ГУНЕР, Е. А. ЗРЮМОВ,
П. А. ЗРЮМОВ, А. Г. ЗРЮМОВА, Е. А. ПЕТРОВ

**торович – старший преподаватель; Зрюмов
Павел Александрович – к.т.н., доцент; Зрюмова
Анастасия Геннадьевна к.т.н., доцент; Петров
Евгений Анатольевич – д.т.н., профессор.**