

О МЕХАНИЗМЕ СОЗДАНИЯ ВЕЩЕСТВ С ПОВЫШЕННЫМИ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*В.А. Белоус, *Е.А. Джур, *Ю.А. Крикун, И.М. Неклюдов, *В.И. Ткаченко, *Ф.А. Чмиленко*
Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
г. Харьков;
**ФТИ ДНУ, г. Днепрпетровск, Украина*

Защитные свойства материалов обеспечиваются введением в полимерную матрицу ультрадисперсных частиц тяжелых и редкоземельных элементов. Для разделения порошков по размерам предложено в смесь порошков различных фракций вводить инертный растворитель. При этом наблюдается самоорганизация ультрадисперсных частиц с разделением их по размерам с образованием ансамблей частиц.

Для создания веществ радиационной защиты применяют полидисперсные системы, в состав которых входят ультрадисперсные частицы (УДЧ) размером менее 1 мкм [1-2]. Наличие таких частиц обеспечивает аномальное поглощение рентгеновского и γ -излучений, что уже используется для изготовления контейнеров для хранения радиоактивных отходов и средств коллективной и индивидуальной защиты [3]. Однако применение УДЧ сталкивается с трудностями, связанными с их высокой физико-химической активностью и образованием с другими компонентами соединений, что приводит к их неравномерному распределению в объеме и уменьшению общего количества. Это снижает степень поглощения излучения по сравнению с ожидаемыми результатами.

По классическим представлениям для получения материала с защитными свойствами в подобранную матрицу вводят максимальные количества тяжелых элементов. При этом возникают технологические трудности, связанные с различным гранулометрическим составом наполнителя и его равномерным распределением в матрице. Требуется тщательный подбор соответствующих фракций порошка. Это очень трудоемкий и дорогостоящий процесс, который усложняет технологию изготовления и стоимость материала.

Проведенные исследования позволили устранить эти недостатки путем введения в полидисперсные смеси порошков инертного к ним растворителя. Оптимальное отношение масс полидисперсной смеси и растворителя способствует физико-химической активации, результатом которой является лавинообразное возникновение разуплотненных структурных ансамблей сольватов и кристаллосольватов. Кроме того, растворитель в этом процессе способствует образованию в среде новых УДЧ. Полученное вещество, являющееся продуктом самоорганизации критического соотношения масс порошковой смеси и растворителя, позволяет управлять процессом образования защитных структур и прогнозировать их эффективное деформационное и прочностное поведение. В результате уменьшается толщина и масса материала при той же степени защиты.

Таким образом, полученное вещество обладает определенным комплексом свойств, которые могут различным образом зависеть от характеристик вы-

бранных массовых соотношений компонентов порошковой смеси и растворителя.

Оптимальное соотношение масс порошковой смеси и растворителя позволяет получить высоконаполненное вещество с заранее заданным содержанием твердой фазы по отношению к жидкой в виде образованной структуры.

В результате того, что величина скачка поглощения излучения полученного вещества определена независимо от гранулометрического состава фракций порошка и соотношения размеров частиц (так как именно от этих условий зависит плотность упаковки), исключается необходимость тщательного подбора размеров порошка. Именно соотношение дисперсных сред порошка проявляется при взаимодействии критического отношения масс порошка и растворителя и способствует самоорганизации частиц порошка, тем самым обеспечивая необходимое их смачивание для образования разуплотненной структуры. Растворитель может быть на водной основе – в этом случае это обычно бывает вода или смешивающиеся с водой растворители – или на органической.

Вследствие наличия в порошковой смеси не более 1,5% ультрадисперсной среды происходит ее физико-химическая активация растворителем, что позволяет запустить процесс самопроизвольного распределения частиц по размерам с образованием структурных ансамблей. Растворитель в этом процессе способствует также самообразованию в среде дополнительных УДЧ, способных играть роль зародышей новых структурных образований.

Когда УДЧ самоорганизуются в растворителе, получается вязкоупругая среда, характеризующаяся упругой компонентой, являющейся мерой жесткости, и вязкой компонентой, являющейся мерой текучести системы, образующей ансамбли кристаллосольватов. Упругая составляющая типична для поведения тела, подобного твердому, а вязкая составляющая типична для поведения аналога растворителя.

Две или несколько сред взаимно проникают одна в другую и совершают относительно друг друга некоторые движения, в частности упругие колебания, поэтому их можно организовать таким образом, что

эти среды могут гасить или формировать упругие импульсы, т.е. можно управлять этим процессом.

Известно, что ультрадисперсная среда, находящаяся в порошковой смеси, является тем характерным средним размером, начиная с которого становится возможным возникновение дисперсных фаз. В процессе структурообразования ультрадисперсной среды с молекулами растворителя происходит их сцепление через тончайшие прослойки сферических частиц растворителя. В результате взаимодействия частиц порошка с растворителем в процесс специфического структурообразования включаются выделяющиеся из растворов ансамбли. Посредством растворителя создается отрицательное давление, разрывающее и более крупные частицы порошка. Начиная с некоторого порогового размера, возникает цепная реакция таких взрывов частиц и их осколков.

Для сокращения периода взаимодействия используется дисперсная система, включающая не более 1,5 % ультрадисперсной среды со средним размером частиц меньше 10^{-6} м, которая является «затравкой» для получения кристаллосольватов. Режим кристаллизации изменением критического соотношения масс порошка и растворителя можно приблизить к режиму идеального вытеснения. Для этого используют физическую активацию ультрадисперсной среды путем «перетира» растворителя и порошковой смеси. При этом происходит физико-химический процесс самоорганизации структурных ансам-

блей и их разуплотнение в остатке растворителя и смеси.

Таким образом, проведенные исследования позволили обеспечить равномерное распределение УДЧ в объеме полидисперсной смеси, образование новых УДЧ и гарантировать высокие стабильные защитные свойства материалов, в которые вносятся разработанные составы. В технологическом процессе получения радиационно-защитных изделий свойства составов не изменяются.

Работа выполнена в рамках Программы проведения фундаментальных исследований по атомной науке и технике ННЦ ХФТИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.И. Ткаченко, В.А. Юпенков, Ю.А. Крикун, и др. Явление аномального ослабления рентгеновского излучения ультрадисперсными средами // *Научные открытия ученых Украины*. Киев, 2004, с. 58
2. В.А. Иванов, С.Н. Конюхов, Ю.А. Крикун и др. Явление аномального изменения интенсивности потока квантов проникающего излучения моно- и многоэлементными средами // *Научные открытия ученых Украины*. Киев, 2004, с. 64–65.
3. Ю.С. Алексеев, Е.А. Джур, Ю.А. Крикун и др. Разработка радиационно-защитных материалов на основе эффектов взаимодействия радиационного излучения с веществом // *Труды XV Международной конференции по физике радиационных явлений и радиационному материаловедению*. Крым, Алушта, 2002, с. 263.

ПРО МЕХАНІЗМ СИНТЕЗУ РЕЧОВИН З ПІДВИЩЕНИМИ РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

В.А. Білоус, Е.А. Джур, Ю.О. Крикун, І.М. Неклюдов, В.І.Ткаченко, Ф.А. Чміленко

Захисні властивості матеріалів введенням в полімерну матрицю ультра дисперсних частинок важких та рідко земельних елементів. Для поділу порошоків за розмірами запропоновано в суміш порошоків різних фракцій вводити інертний розчинник. При цьому має місце самоорганізація ультра дисперсних часток з розділенням їх за розмірами та виникненням ансамблів частинок.

ON THE MECHANISM OF SYNTHESIS OF MATERIALS WITH ENHANCED RADIATION-PROTECTIVE CHARACTERISTICS

V.A. Belous, E.A. Djur, Yu.A. Krikun, I.M. Nekljudov, V.I. Tkachenko, F.A. Chmilenko

The work is concerned to the synthesis of materials for a radiation protection. Protective characteristics of the materials are ensured entering the ultradispersive powder of heavy and rare metals into polymeric matrix. It is proposed to enter an inert solvent into the powder mixture for separation of the powder particles of different sizes. Here with the selforganization of the ultradispersive particles, separation of particles having different sizes and their ensembles formation are observed.