

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ
Джавадов Н.Ф.¹, Омарова Г.Дж.², Абдуллаев Р.Ф.³, Исрафилова З.Т.⁴, Алимова М.А.⁵, Алиева А.Э.⁶ Email: Javadov1161@scientifictext.ru

¹Джавадов Нариман Фарман – старший преподаватель;
²Омарова Гюльнара Джамал – кандидат технических наук, доцент,
кафедра химии и материаловедения;
³Абдуллаев Руфат Фуадович – магистрант,
кафедра летательных аппаратов и авиационных двигателей;
⁴Исрафилова Зибейда Тарлан – лаборант,
кафедра химии и материаловедения;
⁵Алимова Мирвари Ариф – студент,
факультет воздушного транспорта;
⁶Алиева Айсель Эйваз – студент,
аэрокосмический факультет,
Национальная Академия авиации Азербайджана,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: в представленной статье рассмотрены существующие проблемы в направлении развития материаловедческих исследований в области экологической безопасности получения различных по своему строению и характеру наноматериалов. На фоне последовательного роста объемов производства различных, и в том числе новых видов, современных материалов и топлив в мире повсеместно прослеживается ужесточение требований к проблемам окружающей среды. В представленной статье рассмотрен круг сопряжённых с получением наноматериалов проблем, которые могли бы способствовать достижению экологической безопасности в исследованиях, синтезе, а также в широко представленных производственных термохимических процессах промышленной переработки сырья.

Ключевые слова: фуллерен, нанотехнология, наноматериалы, углеродные нанотрубки, нановолокно, нанокластер, наноиндустрия.

ECOLOGICAL FEATURES OF OBTAINING AND PRACTICAL USE OF FULLERENES AND CARBON NANOMATERIALS
Javadov N.F.¹, Omarova G.J.², Abdullaev R.F.³, Israfilova Z.T.⁴, Alimova M.A.⁵, Aliyeva A.E.⁶

¹Javadov Nariman Farman - Senior Lecturer;
²Omarova Gulnara Jamal - Candidate of technical sciences, Associate Professor,
CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE DEPARTMENT;
³Abdullaev Rufat Fuadovich - Magister,
DEPARTMENT AIRCRAFTS AND AIRCRAFT ENGINES;
⁴Israfilova Zibeyda Tarlan - Laboratory Assistant,
CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE DEPARTMENT;
⁵Alimova Mirvari Arif - Student,
FACULTY AIR TRANSPORT;
⁶Aliyeva Aysel Eyvaz - Student,
AEROSPACE FACULTY,
NATIONAL AVIATION ACADEMY OF AZERBAIJAN,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: the present article discusses the existing problems in the course of the development of materials science research in the field of environmental safety of obtaining of nanomaterials different in their structure and nature. Against the background of the consistent growth in the production of various, and in particular, new types of modern materials and fuels, requirement strengthening to environmental problems are being observed throughout the world. This article discusses a range of problems associated with the production of nanomaterials which could contribute to the achievement of environmental safety in research, synthesis, as well as in widely represented production thermochemical processes of the industrial processing of raw materials.

Keywords: fullerene, nanotechnology, nanomaterials, carbon nanotubes, nanofiber, nanocluster, nano industry.

В последние десятилетия Человечество, наряду с крупномасштабным загрязнением природной среды, углубляющимися традиционными и трансформирующимися проблемами, вновь проходит проверку на дальновидность и зрелость. Особую важность представляет обеспечение экологической безопасности при разработке и внедрении в производственном масштабе новейших нанотехнологий для получения новых материалов фуллеренов и углеродных наноматериалов. К началу XXI-го века относится интенсификация фундаментальных и прикладных исследований при выполнении ряда новейших разработок в области практического применения наноматериалов в различных областях жизнедеятельности человека.

Многие потенциальные выгоды нанотехнологий обусловлены тем, что синтезируемые наноматериалы имеют, в отличие от повседневно и широко применяемых, особенные химические, физические и биологические свойства [1, 6].

Учитывая значительность масштаба и темпов проникновения наноматериалов в различные сферы промышленного производства и потребления, очевидно, следует опасаться бесконтрольного попадания наночастиц в биосферу. Особенность проблемы заключается в том, что при отсутствии опыта и недостаточности информации по затрагиваемому вопросу прогнозирование в данной области затруднено.

В целом следует отметить то, что фактически токсичность самих наноматериалов, уровень экологической безопасности довольно сложных технологий их получения обусловлены как особенностью их структуры, так и наличием некоторых элементов или примесей входящих в их состав [1, 4].

Ввиду отсутствия специализированных методических разработок, соответствующих руководящих инструкций по проблемам контроля и предотвращения выброса наноматериалов при выполнении экспериментальных и опытных работ исследователи, технологи и операторы в процессе своей практической деятельности могут неосознанно совершать недопустимые ошибки, сопряжённые с опасностью прямого и косвенного воздействия опасных веществ на состояние и здоровья лиц, непосредственно находящихся в контакте с этими материалами.

Проводя указанные работы, стратегия действий экспериментаторов сводится к анализу возможных рисков для здоровья и ориентиром в этом являются общие положения в отношении обращения с химическими материалами различной степени опасности.

Учитывая, как правило, низкую степень автоматизации и оснащённости защитными системами существующих опытных нанопроизводств, одним из главных рисков для здоровья персонала является появление воздушных взвесей наночастиц как побочного продукта производства. В большинстве своем они токсичны для человека и могут вызывать ряд заболеваний. Однако в отсутствие разработанных, одобренных согласованных и утверждённых в законодательном порядке гигиенических нормативов на наночастицы и наноматериалы фактически единственно возможным, методом регулирования воздействия выбросов, включающих примеси наноматериалов, а также другие сопряжённые с этим негативные факторы, действующие на персонал производств, является применение моделей оценки риска (в частности уже существующих моделей для взвешенных веществ микронных размеров и разрабатываемых моделей для наночастиц) и концепции приемлемого риска [1, 5].

К сожалению, при переходе от лабораторного синтеза к промышленному производству наноматериалов могут возникать значительные проблемы, поскольку бывает неизвестен уровень опасности как для потребителей нанопродукции, так и для окружающей среды.

Вне зависимости от того, через какой тракт это происходит, проникновение наночастицы в организм человека и животных представляет существенную опасность, поскольку нет сомнений, что они могут оказывать многоплановое токсичное действие на клетки различных тканей.

Следует признать, что человечество сильно запаздывает с решением проблемы недопущения воздействия на объекты биосферы наносубстанций, в значительных количествах образующихся в высокотемпературных процессах переработки различных видов природного сырья и использования для энергетики и транспорта углеводородных топлив. Наряду с этим в мире весьма значительны объёмы негативно действующих на все биологические системы отходов производств и разного типа шламов.

Ситуация осложнена тем, что при реализации получения наноматериалов многие из них производятся не одним, а несколькими отличными друг от друга технологическими способами и при этом вовсе не является достаточным использование ряда чисто технических приёмов, таких как: тщательное охлаждение, использование известных адсорбентов и абсорбентов для недопущения проскока токсичных веществ и компонентов в окружающую среду. Уровень экологической опасности является качественной характеристикой потенциального экологического риска, т.е. риска для здоровья при попадании в организм человека, который включает в том числе и наносубстанции отработанных газов различных термохимических производств. Данное обстоятельство увеличивает возможные риски, с которыми могут сталкиваться или уже сталкиваются работники nanoиндустрии. Это даёт также основание предположить,

что одни и те же наноматериалы, изготовленные на основе различных технологий, будут оказывать неодинаковое воздействие на человека и среду его обитания [1, 3-5].

Достоинством использования разрабатываемых практических моделей оценки риска должна быть возможность получения достаточно ясных для специалиста результатов в качестве основы для принятия им в конкретных ситуациях адекватных решений. Необходимо совершенствовать нанотехнологии и оценивать риск их с обязательным учётом достаточности действующих т.е. ранее разработанных нормативов техники безопасности. Следует осуществлять мониторинг нанотехнологий, охватывающий широкий диапазон термохимических процессов их получения. Разработанные в результате экспериментальных работ и планомерных исследований в указанной области тест-системы и критерии должны лечь в основу единой схемы экотоксикологического экспресс-анализа объектов окружающей среды опытных и промышленных нанопроизводств.

Схема анализа должна учитывать весь спектр возможных воздействий высокотехнологического производства: от загрязнения сред неорганическими веществами и элементами-супертоксикантами до загрязнения органическими веществами, которые часто используются для стабилизации наночастиц.

При этом целью экотоксикологического анализа наноматериала и технологии её получения, проводимого по вышеуказанной схеме, должно быть заключение о степени опасности данного объекта загрязнения для окружающей среды, в котором должна быть представлена оценка реальных, а также, в прогнозе, потенциальных изменений объектов окружающей природной среды, находящихся в зоне воздействия вырабатывающего данные наноматериалы предприятия.

Известно, что фуллерены и углеродные нанотрубки являются новыми углеродными материалами, характеризующимися своим структурным совершенством и разнообразием направлений прикладного использования в электронике, химической технологии и других отраслях народного хозяйства.

Однако, при всей высокой перспективности получения наноматериалов, технически недостаточно эффективные схемы реализации нанотехнологий могут со временем оказывать всё более неблагоприятное воздействие на все экосистемы Земли. В особенности же это касается тяжёлых металлов и долгоживущих радиоактивных элементов [2, 4 -6].

Следует отметить некоторые недостатки также в области применения добавок, повышающих октановые характеристики углеводородных топлив и применяемых в больших количествах в составах различных композиционных топлив. К примеру, установлено, что даже использование для этих целей метилтретбутилового эфира загрязняет гидросферу и негативно воздействует на жизнеспособность различных живых организмов в водных системах. При использовании в качестве добавок различных индивидуальных спиртов возникают трудности сохранения стабильности топливных композиций при перепадах температур, а также в связи с их повышенной обводнённостью.

Вместе с тем во всём мире поиск различного направления использования новых эффективных составов композиционных материалов, а также топлив продолжает оставаться перспективным и практически весьма важным.

Особую значимость при применении нанотехнологий приобретает изучение потенциальной опасности образования и разработка критериев их безопасности. Учитывая, что в последнее время наибольшие успехи в нанотехнологических исследованиях были достигнуты для наночастиц и кластеров на основе металлов, их оксидов, а также фуллеренов, углеродных нанотрубок и нановолокон, то их и следует в первую очередь изучать и оценивать.

Установлено, что при окислительной и высокотемпературной термохимической трансформации материалов образуются вещества, токсичность которых не выше токсичности исходных, а также в значительной степени выше токсичности используемых исходных веществ.

Комплекс особенностей наночастиц способствует тому, что они значительно легче вступают в химические превращения, чем более крупные объекты того же элементного состава, образуя при этом сложные соединения и нередко с непредсказуемыми свойствами.

Следует помнить, что как бы ни возрастал из десятилетия в десятилетие объём промышленного производства наноматериалов, их объёмы не смогут даже приблизиться к объёмам наносубстанций попутно образующихся в различных отраслях промышленности в высокотемпературных процессах переработки различных видов ископаемого природного сырья [4, 7].

Осуществляемые экспериментальные исследования подтвердили, что одним из масштабно и реально действующих на здоровье Человечества путей загрязнения воздуха следует считать ядовитые вещества отработанных выхлопных газов разной природы, образующихся в широко используемых в мире тепловых энергетических установках и двигателях внутреннего сгорания.

Нами разработана отвечающая требованиям техники безопасности и предварительно опробованная версия технически доступная технологии сбора, транспортировки, контактирования с абсорбирующими из газовой среды веществами (толуолом, ксилолами либо технической ксилольной фракцией) и очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Установлено, что большая эффективность

выделения фуллеренов (60-70) из отработанных выхлопных газов присуща при использовании в качестве автомобильного бензина марки АИ 92.

Чистота выделенного из отработанных выхлопных газов фуллеренов составляет 99,99%. Подобная схема выделения фуллеренов из отработанных выхлопных газов реализована и для бензина АИ 95 марка (Premium), а также для дизельного топлива.

Поскольку воздушные взвеси наночастиц являются побочными продуктами производственных процессов либо же попутно образующимися при сжигании топлив, их оценка представляет определённое значение для человеческого здоровья и охраны окружающей среды. Наибольшую угрозу для всего живого представляют легко заносимые в лёгкие взвешенных в воздушной среде частиц пыли размерами до 5 мкм, содержащиеся в выхлопных газах тепловых энергетических установок и двигателей внутреннего сгорания.

Учитывая изложенное одним из перспективных путей экологической оценки термохимических процессов, так же как и продуктов окислительного разложения углеводородных топлив, в которых образуются соответствующие наносубстанции, является разработка упрощённых качественных и качественно-количественных методов определения степени их негативного воздействия [4, 5].

Так как фуллерены и углеродные нанотрубки весьма токсичны и могут вызывать ряд тяжёлых заболеваний, одним из наиболее важных направлений их предупреждения следует считать проблему разработки и последовательного совершенствования в области оценки эффективности используемых методов ограничения их воздушно-миграционной опасности как в стационарных, так и в динамических условиях с применением в первую очередь упрощённых качественно-количественных методов.

Список литературы / References

1. *Загинайченко С.Ю., Матыцина З.А., Щур Д.В., Джавадов Н.Ф., Габдуллин М.Т.* Статическая теория фуллеритов и особенности их практического использования. Киев, 2016. С. 479.
2. *Матыцина З.А., Щур Д.В., Загинайченко С.Ю.* Атомные, фуллереновые и другие молекулярные фазы внедрения. Днепропетровск, 2012. С. 875.
3. *Vəziroğlu A., Tsitskishvili M.* Black Sea Energy Resource Development and Hydrogen Energy Problems, Springer, 2012. P. 191-213, 229-236.
4. *Загинайченко С.Ю., Щур Д.В., Габдуллин М.Т., Джавадов Н.Ф., Золотаренко Ал.Д., Золотаренко Ан.Д.* Особенности пиролитического синтеза и аттестации углеродных наноструктурных материалов, Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAEE). Саров, 2018. С. 72-90.
5. *Загинайченко С.Ю., Чекман И.С., Щур Д.В., Помыткин А.П., Лавренко В.А., Джавадов Н.Ф.* Металлоуглеродные композиты на основе углеродных наноструктур. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE), 2016. С. 1-20.
6. *Пашаев А.М., Джафаров Т.Д.* Физические основы наноэлектроники. Баку, 2018. Стр. 83,84.
7. *Пашаев А.М., Ахундов З.С., Разумовский С.Д., Джавадов Н.Ф. и др.* Озоностойкие покрытия на полиэфируретановой основе // Лакокрасочные покрытия и их применение. Москва, 2014. № 8. Стр. 43-45.
- 8.