

Главной задачей проекта является создание высокорентабельного и конкурентоспособного промышленного производства нанодисперсных алмазов высокого качества с широкой гаммой выпускных форм продукции.

Предпосылки для решения этой задачи таковы:

наличие надежной сырьевой базы в виде производств ВВ (тротил и гексоген);
наличие апробированной передовой технологии получения высокочистых наноалмазов;
наличие специалистов, способных реализовывать и развивать накопленный научно-технологический потенциал;

появление инвестиционных возможностей, позволяющих сосредоточить финансовые ресурсы на решении долгосрочных задач создания высококонкурентных развивающихся производств.

Коммерческий проект может успешно завершиться за 1,5–2 года лишь при создании изначально достаточно мощного производства ДНА (годовой мощностью не менее 10 т), требующего инвестиций около 15 млн. евро.

Литература

1. Долматов В. Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. – СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 344 с.
2. Долматов В. Ю. Детонационные наноалмазы: получение, свойства, применение // Успехи химии. – 2007. – 76, № 4. – С. 375–397.

Поступила 06.04.10

УДК 541.183

И. В. Шугалей, д-р.хим.наук; **З. В. Капитоненко**, канд.техн.наук; **А. А. Дрыгина**,
М. А. Илюшин, д-р техн.наук; **А. П. Возняковский**; д-р хим.наук

Санкт-Петербургский Государственный технологический институт (Технический университет), Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ. 1. ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА

The problems of wasted products of detonation nanodiamonds synthesis utilization are discussed. The corresponding process flowsheet is proposed

Большинство разработок по созданию материалов нового поколения большей частью ориентировано на композиционные материалы. В этой связи увеличилось количество исследований, посвященных синтезу углеродных наноструктур и поиску областей их практического применения. Наиболее интенсивно изучаются такие аллотропные формы углерода, как фуллерены и нанотрубки.

Несколько в тени остались детонационные наноалмазы (ДНА), хотя их синтез был разработан гораздо раньше – в 70-х годах прошлого века.

Однако в последние годы повышается интерес к поиску областей применения этого вида нанодисперсных веществ. Конечно, такое изменение направления вектора исследований можно связать с тем, что ожидания, связанные с фуллеренами и нанотрубками, оправдались не в полной мере. Так, от ДНА ожидают возможность достижения сочетания свойств макроскопических алмазов со свойствами, обусловленными их высокой дисперсностью и методом получения.

Уже существуют технологии, в которых активно используются ДНА [1–8], в частности это технологии получения различных видов композиционных материалов, электрохимия.

В ближайшей перспективе предусматривается практическое внедрение работ, посвященных биосовместимым композиционным материалам, нанотехнологиям интеллектуальной доставки лекарственных препаратов к проблемным органам, высокодисперсным носителям катализаторов, а также поиск других областей применения, новейших разработок.

Таким образом, актуальна необходимость организации широкомасштабного промышленного производства ДНА. Следует отметить, что биологические и техногенные последствия синтеза и внедрения в практику нанодисперсных веществ еще недостаточно изучены. Особенно важно это учитывать при расширяющемся распространении этих высокоактивных веществ на биологические объекты. До настоящего времени не утихают дискуссии о продуктах питания на основе генномодифицированных продуктов.

Несомненно, первый и необходимый этап принятия решения о промышленном выпуске нанодисперсных веществ (в данном случае ДНА) –экспертная оценка экологических последствий принятия подобных решений.

Следует учитывать, что при детонационном синтезе непосредственным продуктом является не ДНА, а сложная композиция различных форм углерода – детонационный углерод (ДУ). Упрощенно ДУ можно рассматривать как композиционный материал, состоящий из аморфной и кристаллической компонент. Последняя, собственно, и известна как ДНА. В реальной технологической практике ДУ содержит также металлы, их оксиды и другие примеси, являющихся следствием коррозионных процессов материала взрывной камеры и композиционного состава взрывчатых веществ. Разработанные технологии выделения ДНА из аморфной углеродной матрицы представляют собой сложную последовательность химических и физических операций.

В настоящее время наиболее эффективным методом выделения ДНА является метод с использованием окислительной системы на основе азотной кислоты. Этот метод разработан и реализован в СКТБ «Технолог» (Санкт-Петербург) [5]. Заключительной операцией этого метода является выделение и отмывка ДНА из кислотной среды с получением их водной суспензии.

Результаты расчета материального баланса процесса отмывки показали, что при реализации полной технологической схемы кислотной очистки ДНА в среднем на 1 т готового продукта образуется 1000 м³ кислых стоков. Стоки представляют собой приблизительно 5 %-ную азотную кислоту, содержащую около 10 % оксида азота (III) и незначительное количество (менее 0,1 %) солей металлов. Катионы металлов попадают в сток в основном в результате износа и коррозии оборудования. Естественно, их содержание в сбрасываемом стоке незначительно и соответственно конечный сток можно рассматривать как водный раствор, содержащий значительное количество неорганических кислот и соединений азота.

Можно прогнозировать, что расширение производства ДНА до промышленных масштабов приведет к необходимости решения экологических проблем, связанных с утилизацией больших объемов агрессивных жидкостей, образующихся в результате окислительной очистки. Следовательно, проблему утилизации побочных продуктов синтеза следует обязательно учитывать при проектировании промышленных установок по выделению ДНА.

В нашей работе мы предлагаем технологическое решение, использование которого позволит не только в определенной мере улучшить как экологические, так и экономические параметры производства ДНА.

В предлагаемом проекте учитывается необходимость не только нейтрализации кислых стоков, но и удаления содержащихся в них азотсодержащих химических веществ. Необходимость удаления азотсодержащих веществ обусловлена тем, что азот наряду с фосфором относится к основным элементам, способствующим эвтрофикации водоемов.

С учетом того, что азот входит в состав многих удобрений, целесообразно совместить процесс удаления азотсодержащих соединений с получением жидких азотных удобрений.

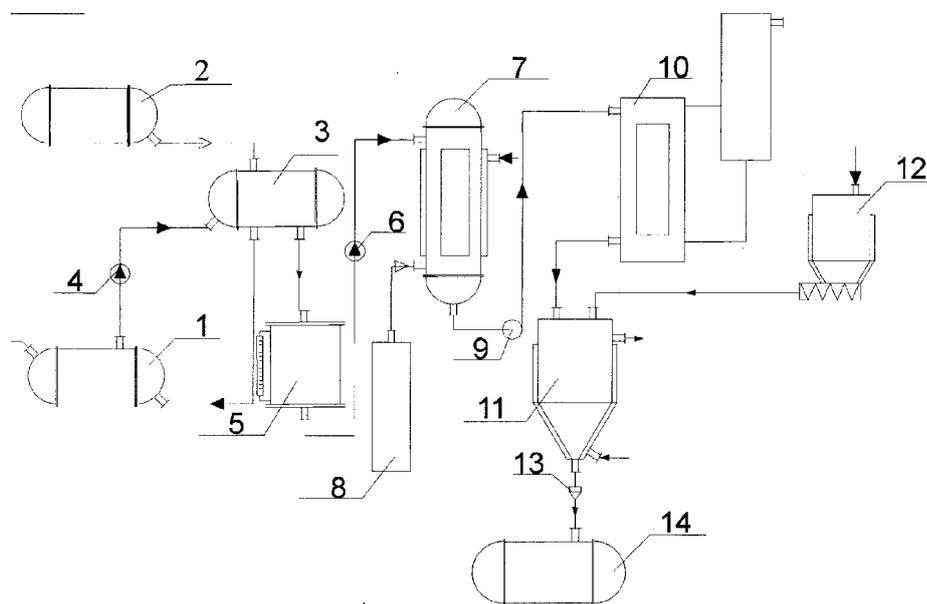
В этой связи предлагаемый технологический процесс ориентирован на получение жидких азотных удобрений КАС-28, которые содержат амидный азот мочевины и аммонийный и нитратный азот аммиачной селитры. Это азотное удобрение после внесения в почву легко

усваивается растениями и особенно эффективно при внекорневой подкормке. Растворы КАС-28 также можно использовать для приготовления двойных и тройных жидких тукосмесей.

Основные химические процессы, положенные в основу производства целевого продукта – доокисление окислов азота, растворенных в отработанной водной азотной кислоте до азотной кислоты озоном, последующая нейтрализация азотной кислоты аммиаком до аммиачной селитры. По ходу производственного процесса добавляется карбамид для повышения содержания азота в конечном продукте до 28%. Принципиальная технологическая схема процесса получения удобрения КАС-28 показана ниже на рисунке.

Исходная 5 %-ная азотная кислота, содержащая оксид азота (III), из хранилища 1 центробежным насосом 2 подается в смеситель 3. Из озонатора 2 озон поступает в смеситель 3, где оксид азота (III) окисляется до азотной кислоты. Полученная после окисления свободная от окислов азотная кислота направляется в хранилище 5, из которого насосом подается в аппарат нейтрализации 7.

Нейтрализация осуществляется газообразным аммиаком, подаваемым в аппарат нейтрализации ИТН (использование теплоты нейтрализации) из баллонов 8. По завершении процесса нейтрализации образуется 25,8 %-ный раствор аммиачной селитры. Этот раствор насосом 9 подается в выпарной аппарат 10 с естественной циркуляцией и выносной греющей камерой, где упаривается до концентрации 56 %. Из выпарного аппарата 10 упаренный раствор поступает в смеситель 11, снабженный мешалкой, где смешивается с мочевиной, которая подается в смеситель из бункера 12. Целевой продукт КАС-28 из аппарата 11 поступает в вакуум-воронку, где удаляются механические примеси и подается в хранилище 14 и далее на узел фасовки и упаковки в тару. Реализация разработанного технологического процесса позволяет получать из 1000 т кислого стока мастерской кислотной окислительной очистки ДНА 742 т КАС-28 при оптовой цене за 1 т продукции 9000 руб.



Принципиальная технологическая схема получения жидких азотных удобрений КАС-28

Таким образом, при совмещении производства ДНА и КАС-28 возможна реализация практически безотходной технологии и соответственно значительное улучшение экологических параметров технологии получения ДНА.

Литература

1. Shenderova, O. A., Zhirnov V. V., Brenner D. W. Carbon Nanostructures // Crit. Rev. Solid State Mater. Sci. – 2002. – 27, N 3&4. – P. 227–356.

2. Dolmatov V. Y. Detonation synthesis ultradispersed diamonds: properties and applications // Russ. Chem. Rev. – 2001. – 70, N 7. – P. 607–626.
3. Shenderova O. A., McGuire G. Nanocrystalline Diamond // Nanomaterials Handbook / Gogotsi, Y., Ed. – CRC Press: Boca Raton, FL, 2006. – P. 203–237.
4. Долматов В. Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: получение, свойства, применение. – С-Пб: Изд-во СПбГПУ, 2003. – С. 64–78.
5. Путятин А. А., Никольская А. В, Калашников Я. Н. Химические методы извлечения алмазов из продуктов синтеза // Сверхтвердые матер. – 1982. – № 2. – С. 2–28.
6. Губаревич Т. М., Сатаев Р. Р., Долматов В. Ю. Химическая очистка ультрадисперсных алмазов // Сб. докл. V Всесоюз. совещ. по детонации. – Красноярск, 5–12 августа 1991 г. – Т. 1. – С. 135–139.
7. Химическая очистка ультрадисперсных алмазов перекисью водорода / Т. М. Губаревич, В. Ю. Долматов, В. Ф. Пятериков, И. С. Ларионова // Журн. приклад. химии. – 1992. – 65, Вып. 11. – С. 2512–2516.
8. Пат. РФ № 2109683. Способ выделения синтетических ультрадисперсных алмазов / В. Ю. Долматов, В. Г. Суцев, В. А. Марчуков, Т. М. Губаревич, А. П. Корженевский. – Б. И. 1998, № 12.

Поступила 02.07.10

УДК 621.921.343-492.2.:541.128.13

Г. П. Богатырева¹, д-р техн. наук; **М. А. Маринич¹**, канд. хим. наук; **Г. А. Базалий¹**;
Г. Д. Ильницкая¹, канд. техн. наук; **В. А. Билоченко¹**; **Н. Н. Цыба²**

¹Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

²Институт сорбции и проблем эндоэкологии НАН Украины, г. Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

The present paper reports the results of our investigation about influence of chemical treatments into physicochemical properties of carbon nanotubes, synthesized by the ALIT Company using the CVD-method.

Введение

Одним из перспективных направлений материаловедения, нанотехнологии и наноэлектроники является создание углеродных нанотрубок (УНТ), которые представляют собой каркасные структуры, состоящие исключительно из новой аллотропной формы углерода (в дополнение к известным алмазу и графиту) [1–3].

Физико-механические и физико-химические свойства углеродных нанотрубок во многом зависят от способа их синтеза, применяемых исходных компонентов и технологических режимов синтеза и изготовления.

Наиболее перспективной торговой маркой углеродных нанотрубок является «Таунит». В настоящей работе исследования проводили на УНТ, которые синтезированы фирмой «Алит» методом пиролиза (CVD-синтез) с применением катализаторов на основе соединений никеля и магния, разработанным фирмой «Таунит» [1; 4].

Продукт синтеза УНТ состоит из углеродных нанотрубок, металлических и неметаллических примесей, аморфного углерода. Исследовали образцы УНТ после удаления катализатора из продукта пиролиза – УНТ1.

Цель настоящей работы – исследовать влияние различных химических обработок на физико-химические свойства углеродных нанотрубок.