

ОПЫТНАЯ МАЛОГАБАРИТНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ

Боголепов В.А.*, Мурадян В.Е.⁽¹⁾, Щур Д.В., Савенко А.Ф., Пишук В.К., Тарасов Б.П.⁽¹⁾,
Шульга Ю.М.⁽¹⁾, Загинайченко С.Ю.

Институт проблем материаловедения НАНУ, ул. Кржижановского 3, Киев, 03142 Украина

⁽¹⁾ Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Московская обл., Россия

ВВЕДЕНИЕ

Области практического применения фуллеренов расширяются изо дня в день, но основным препятствием на пути к массовому использованию фуллереновой продукции является высокая стоимость производства. Описанные в литературе методы и оборудование для выделения фуллеренов из фуллереносодержащей сажи и их последующего разделения на фракции являются дорогостоящими и малопроизводительными, так как они были ориентированы на получение продукции в лабораторных условиях в малых количествах, необходимых для проведения научных исследований [1-4].

Поэтому для получения фуллеренов в количествах, необходимых для коммерческих проектов, разработана опытная малогабаритная промышленная установка, устройство которой описано ниже.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Установка предназначена для получения концентрированных растворов фуллеренов C_{60} и C_{70} из фуллереносодержащей сажи и состоит из модуля экстракции, модуля разделения и модулей выпаривания.

Модуль экстракции предназначен для извлечения смеси фуллеренов из фуллереносодержащей сажи методом периодической экстракции органическими растворителями (толуолом) в псевдосжиженном слое. Производительность модуля 0,6 кг сажи в смену. Расход растворителя 35 л в смену.

Модуль разделения обеспечивает разделение полученного раствора смеси фуллеренов (экстракта) на фракции. Разделение производится в хроматографической колонке. В качестве сорбента в ней используется графит марки МПГ-6 или Б-6 с фракциями 0,1-0,26 мм. Емкость колонки такова, что в нее можно вводить за один раз 0,4 л насыщенного раствора смеси фуллеренов (~0,8 г сухого экстракта). В качестве элюента используется толуол.

Выход фуллеренов из колонки контролируется визуально по цвету раствора или с помощью фотоспектрометра.

Цикл разделения длится 25-30 минут. На один цикл затрачивается 12-15 л толуола.

Колонки без замены графита способны переработать до 50 г сухого экстракта.

Модуль выпаривания концентрирует растворы C_{70} до необходимой концентрации и обеспечивает чистым толуолом работу модулей экстракции и разделения экстракта, что значительно сокращает количество чистого толуола, используемого в процессе (до 3-4^х кратного расхода толуола на один цикл экстракции и разделения).

Процесс выпаривания проводится в вакууме. Тепло, необходимое для выпаривания раствора, подводится через стенку куба-испарителя от электронагревательного элемента. Производительность каждого модуля выпаривания ~6 л/ч.

Схема установки с минимально необходимым составом оборудования показана на рис. 1.

Каждый модуль установки может работать как автономно, так и параллельно с другими. Система продувки емкостей аргоном и система заправки расходных баков растворами и растворителями общая для всех модулей.

Модули экстракции и разделения имеют ручное управление. Модули выпаривания управляются автоматической системой. Она обеспечивает поддержание и контроль параметров технологического процесса (температуру, давление, уровень раствора в кубе-испарителе и др.), подачу предупредительных сигналов и аварийное отключение модуля во внештатных ситуациях.

ВЫВОДЫ

Установка, благодаря выбору сравнительно экономичных и производительных способов выделения фуллеренов из сажи и их разделения на фракции, а также оптимальным технологическим параметрам и конструктивным решениям, позволяет получать в достаточно больших количествах дешевые фуллереновые продукты. Таким образом, открываются более широкие возможности прикладного использования фуллеренов и расширения сфер их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tarasov BP, Shul'ga Yu M, Fokin VN, Vasilets VN, Shul'ga NYu, Schur DV, Yartys VA; Deuterofullerene C 60 D 24 studied by XRD, IR and XPS, Journal of alloys and compounds, 314, 1, 296-300, 2001, Elsevier

* Факс: 38 (044) 444 0381

E-mail: shurzag@materials.kiev.ua

2. Tarasov BP, Fokin VN, Moravsky AP, Shul'ga Yu M, Yartys VA, Schur DV; Promotion of fullerene hydride synthesis by intermetallic compounds, HYDROGEN ENERGY PROGRESS, 2, 1221-1230, 1998
3. Schur DV, Lavrenko VA; Studies of titanium-hydrogen plasma interaction, Vacuum, 44, 9, 897-898, 1993, Elsevier
4. Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SY, Adejev VM, Voitovich VB; Phase transformations in metals hydrides, Hydrogen energy progress, 2, 1235-1244, 1996, UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA
5. Shul'ga YuM, Martunenko VM, Baskakov SA, Skokan EV, Arkhangelskii IV, Schur DV, Pomytkin AP; Preparing of fullerenes by the method of fullerenes precipitation by alcohols from toluene solutions, Doklady AN, 363, 494, 1998,
6. Zaginaichenko S Yu, Matysina ZA, Schur DV; The influence of nitrogen, oxygen, carbon, boron, silicon and phosphorus on hydrogen solubility in crystals, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1073-1083, 1996, Pergamon
7. Trefilov VI, Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SYu, Choba AV, Nagornaya NR; The solar furnaces for scientific and technological investigation, Renewable energy, 16, 1, 757-760, 1999, Elsevier
8. Трефилов ВИ, Щур ДВ, Загинайченко СЮ; Фуллерены-основа материалов будущего, 2001, Laboratory 67
9. Lytvynenko Yu M, Schur DV; Utilization the concentrated solar energy for process of deformation of sheet metal, Renewable energy, 16, 1, 753-756, 1999, Pergamon
10. Schur DV, Zaginaichenko SYu, Adejev VM, Voitovich VB, Lyashenko AA, Trefilov VI; Phase transformations in titanium hydrides, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1121-1124, 1996, Pergamon
11. Matysina ZA, Pogorelova OS, Zaginaichenko SYu, Schur DV; The surface energy of crystalline CuZn and FeAl alloys, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 56, 1, 9-14, 1995, Elsevier
12. Isayev KB, Schur DV; Study of thermophysical properties of a metal-hydrogen system, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1129-1132, 1996, Pergamon
13. Schur DV, Lavrenko VA, Adejev VM, Kirjakova IE; Studies of the hydride formation mechanism in metals, International journal of hydrogen energy, 19, 3, 265-268, 1994, Elsevier

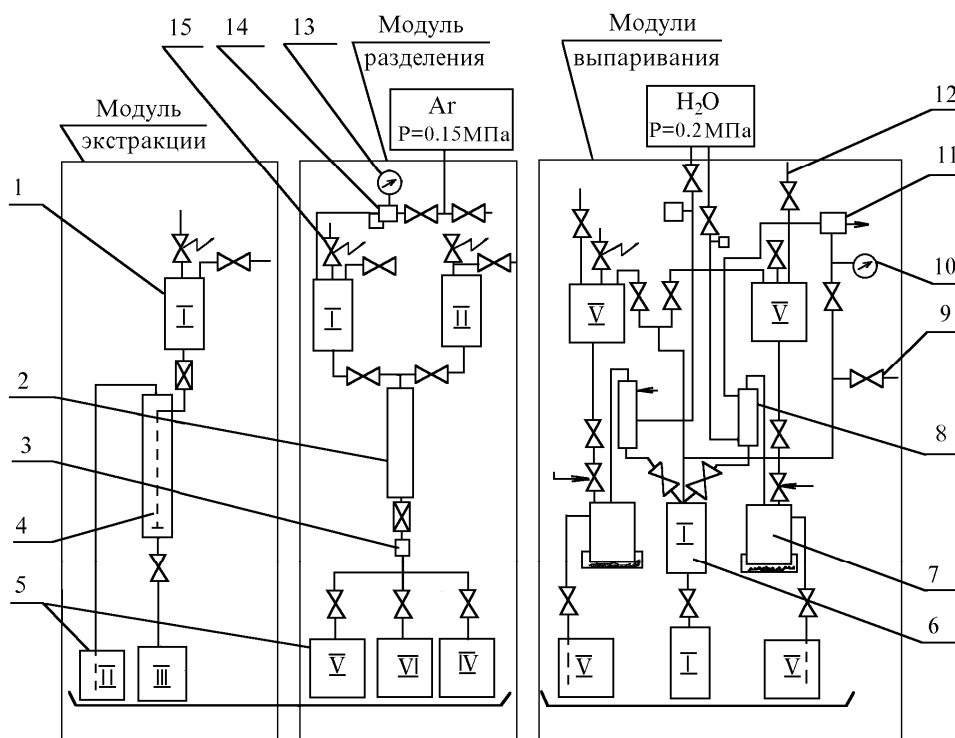


Рис. 1. Схема опытной малогабаритной промышленной установки для выделения и разделения фуллеренов.

I - растворитель; II - экстракт; III - остаток сажи; IV - раствор фуллеренов C_{60} ; V - раствор фуллеренов C_{70} ; VI - раствор смеси фуллеренов C_{60} и C_{70} . 1 - расходные баки; 2 - разделительная колонка; 3 - кюветы; 4 - экстракционная колонка; 5 - баки-сборники; 6 - бак-накопитель; 7 - куб-испаритель; 8 - конденсатор; 9 - кран продувки; 10 - вакуумметр; 11 - насос водоструйный; 12 - краны заправки расходных баков; 13 - манометр; 14 - редуктор; 15 - клапаны предохранительные.