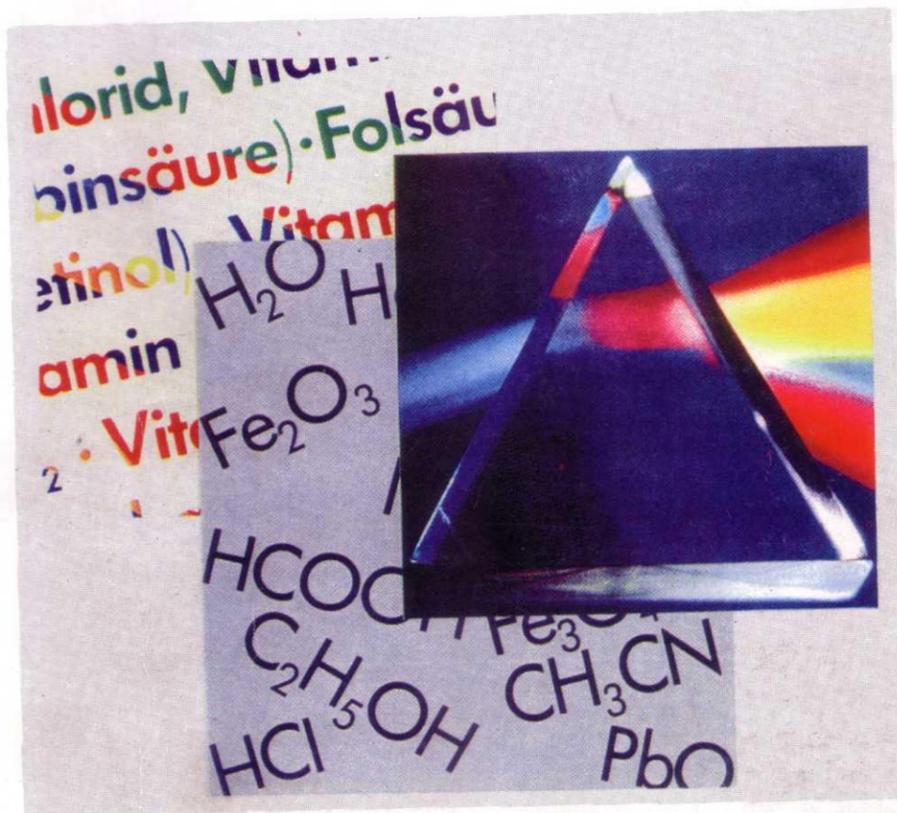


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

# ІЗДЕНІС

## ТРОИСК

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ



ISSN 1560-1730





ХИМИЯ



ТЕХНОЛОГИЯ

НАЖИПКЫЗЫ М., ЛЕСБАЕВ Б.Т., АРАПОВА А.К.,  
БАЙДАУЛОВА Д.К., МАНСУРОВ З.А.

Институт проблем горения, Алматы.

### СИНТЕЗ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ГОРЕНИИ АЦЕТИЛЕН ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

#### Введение

В настоящее время исследование процессов происходящих при сажеобразовании является актуальной. Это связано со сложными и не до конца изученными явлениями, происходящими в пламени за очень короткое время, исчисляемое микросекундами. Познание механизмов сажеобразования и структуры сажевых частиц имеет значение, как с точки зрения защиты окружающей среды от продуктов неполного горения бензиновых и дизельных двигателей, так и точки зрения познания физики и химии различных форм углерода [1].

Известно, что сажа с заданными свойствами является важным технологическим сырьем и производится в промышленных масштабах различными способами [2]. Для того чтобы производить сажу, в основном применяется метод сжигания с недостатком кислорода жидких и газообразных углеводородов при температурах порядка 1500 °С с последующим резким охлаждением продуктов разложения. Получаемая сажа состоит из отдельных сферических частиц в виде шаровых глобул диаметром  $d=[9...600]$  нм, которые химически связываются и образуют вторичную структуру, коагулируя в агрегаты с линейными ветвящимися цепочками, спиралей, гроздей, названных фрактальными кластерами. Размер сажевых частиц, удельная поверхность и структурная упорядоченность зависят от условий ее образования [3].

В самых различных областях техники возникает настоятельная необходимость в водонепроницаемых и водоотталкивающих материалах (ветровое стекло самолетов и автомобилей, прицелы, бинокли, корпуса торпед, корпуса подводных лодок и т.п.).

Абсолютно гидрофобных веществ не бывает, даже наиболее гидрофобные углеводородные и фторуглеродные поверхности адсорбируют воду. В связи с этим, гидрофобность рассматривают как малую степень гидрофильности, так как, между молекулами воды и любого тела всегда действуют в большей или меньшей степени межмолекулярные силы притяжения. Гидрофобность и гидрофильность можно оценить по растеканию капли воды на гладкой поверхности тела. Гидрофобность поверхности определялась углом смачивания  $\theta$  между твердой поверхностью и касательной в точке соприкосновения фаз.

Сажа может обладать гидрофобными свойствами и применяться в качестве добавок материалов такого профиля. Исследование процесса получения гидрофобной сажи в пламени имеет свою специфику и перспективу, так как является непрерывным, технологичным и управляемым. Разработка и исследование управляемого синтеза гидрофобной сажи в пламенах является важной и актуальной задачей.

Наглядная информация о конверсии углеводородных топлив при горении в поциклические ароматические углеводороды (ПЦАУ) и сажу представлена на рисунке 1. Обычно ПЦАУ образуются в условиях богатой смеси и могут обладать канцерогенными свойствами (как, например, бензпирен). В настоящее время принято считать, что они являются основными предшественниками (зародышами) образующихся частиц сажи с молекулярной массой  $500 \div 2000$  а.е.м. Затем частицы растут за счет поверхностного роста в реакциях со многими молекулами ацетилена и коагуляции.

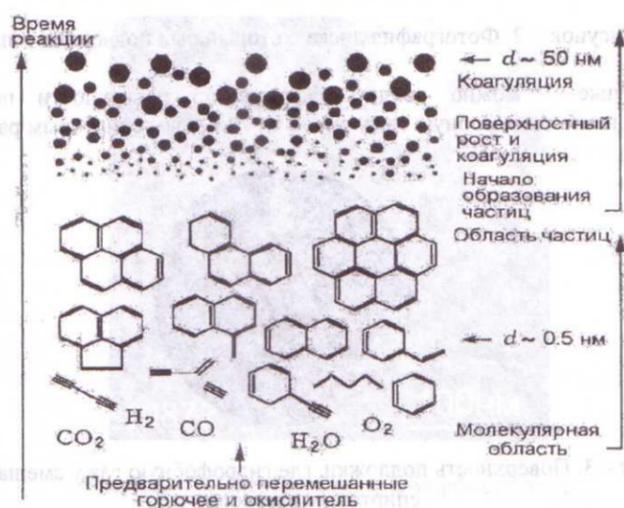


Рисунок - 1. Схематическое изображение процесса сажеобразования в гомогенных системах или в пламенах предварительно перемешанной смеси

#### Методика проведения экспериментов по синтезу гидрофобной сажевой поверхности

В данной работе нами было проведено экспериментальное исследование горения ацетилен – воздушной смеси. Мы использовали кремниевую пластину в качестве подложки. При горении сажа осаждается на подложку из кремния. Подложки, располагали на высоте 2 см над пламенем. Осаждение сажи на пластинки проводилось от 2 до 10 мин. Расход ацетилена составляло  $50 \text{ см}^3/\text{мин}$ , время экспозиций  $\tau = 6$  мин.

Изучено, гидрофобность поверхности измерением краевого угла смачивания. На гидрофильной поверхности капля растекается полностью, а на гидрофобной — частично, кроме того, величина угла между поверхностями капли и смачиваемого тела зависит от того, насколько данное тело гидрофобно. Далее для проверки сажу на гидрофобность на поверхность подложки наносили каплю дистиллированной воды. Были сделаны фотографии капель жидкости на гидрофобной поверхности, рисунок 2. Полученная сажевая поверхность обладает гидрофобным свойством с углом смачивания более  $150^\circ$ .



Рисунок – 2. Фотография диска, который был подвержен в пламени

На рисунке 3 можно увидеть фотографию поверхности подложки, где полученную нами гидрофобную сажу смешали 70 % - ым спиртовым раствором.

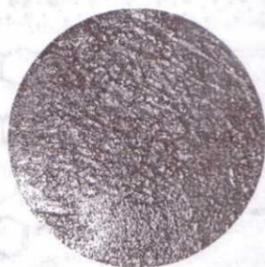
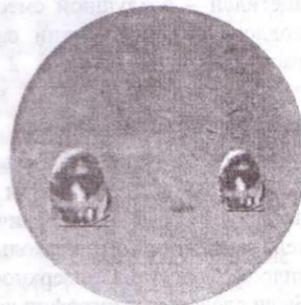
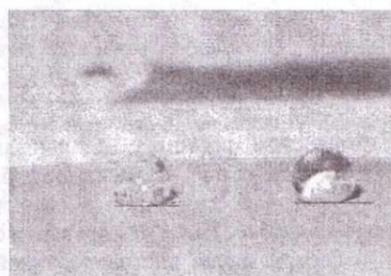


Рисунок – 3. Поверхность подложки, где гидрофобную сажу смешали 70 % - ым спиртовым раствором

Затем высушивали поверхность при комнатной температуре в течение 3 часа. После полного высушивания и с использованием метода фотографирования исследовали на гидрофобность поверхность путем нанесения капли воды, рисунок - 4.



а)

б)

Рисунок – 4. Капля воды на гидрофобной поверхности (а), капля воды на поверхности, после полного высушивания (б)

Угол смачивания более  $150^{\circ}$  подтверждают гидрофобное поведение. На поверхности после полного высушивания сажа не теряет свое гидрофобное свойства.

Для определения морфологии и размеров образующихся сажевых частиц на подложках были проведены электронно-микроскопические исследования полученных образцов. На рисунке 5 приведено электронно-микроскопический снимок образца сажи на кремниевой подложке, у которых четко проявляются гидрофобные свойства.

Показано, что гидрофобные свойства обусловлены наличием частиц сажи в форме нанобисеров [4, 5].

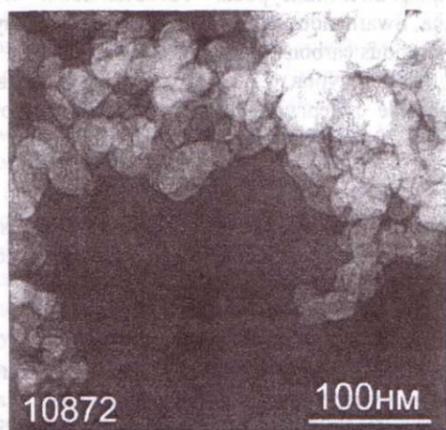


Рисунок – 5. Электронограмма морфоструктур

Проведенные исследования при горении ацетилен – воздушной смеси показали, что углеродные отложения на пластинках имеют различия в морфоструктуре осажденных частиц. Независимо от условий горения, наблюдаются длинные цепочки из индивидов в виде нанобисеров 15 - 30 нм [5].

#### **Заключение**

Полученные экспериментальные данные позволили сделать следующие основные выводы:

1. Получена супергидрофобная углеродистая поверхность при отложении продуктов пламени ацетилен – воздушной смеси.
2. Исследование образцов саж, полученных на кремниевой пластинке, показало, что основная масса частиц образует агрегаты. Они сложены округлыми, уплощенными углеродистыми частицами.
3. Показано, что полученная сажа сохраняет свое гидрофобное свойства даже после смачивания 70 % - ым спиртовым раствором.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мансуров З.А., Сажеобразование в процессах горения (обзор). Журнал «Физика горения и взрыва» 2005 г., т. 41, № 6, с. 137-156.
2. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ / пер. с англ. Г.Л. Агафонова; под ред. П.А. Власова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 352 с.
3. Вагнер Х.Г., Мансуров З.А. Сажеобразование в процессах горения // Химия и химическая технология. Современные проблемы: ежегод. обзор статей ученых-химиков / под ред. проф. З.А. Мансурова. – Алматы, 2004. - С. 35-68.
4. Sayangdev Naha, Swarnendu Sen, Ishwar K. Puri., Flame synthesis of superhydrophobic amorphous carbon surfaces, Carbon 45 (2007); 1702 – 1706.
5. Нажипкызы М, Мансуров З.А., Пури И.К., Лесбаев Б.Т., Шабанова Т.А., Цыганов И.А. Получение супергидрофобной углеродной поверхности при горении пропана // Нефть и газ. - 2010. - №5. – С. 27 - 33.

#### Abstract

The synthesis of the flame acetylene - air mixture in the deposition on silicon substrates superhydrophobic surface. Based on the electron - microscopic study revealed the presence nanobeads.

#### АННОТАЦИЯ

Проведен синтез в пламени ацетилен – воздушной смеси при отложении на подложки из кремния супергидрофобной поверхности. На основе электронно - микроскопических исследований, установлены наличие нанобисеров.

УДК 541.183; 543.54; 541.124; 541.126

**М. НАЖИПҚЫЗЫ, Б.Т.ЛЕСБАЕВ, Н.Г.ПРИХОДЬКО,  
З.А.МАНСУРОВ, Д.К.БАЙДАУЛОВА, А.К.АРАПОВА**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Институт проблем горения

#### ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ C<sub>60</sub> В БЕНЗОЛ-КИСЛОРОДНОМ ПЛАМЕНИ

Пламя давно используется для производства сажи с заданными свойствами, которая широко используется в различных отраслях промышленности. После того как в конце прошлого столетия было в макроскопических количествах синтезированы фуллерены в углеводородном пламени, начались интенсивные исследования по разработке методов производства наноструктурированных углеродных материалов в режиме горения углеводородов. По сравнению с другими методами, этот способ является непрерывным, более экономичным и технологичным в исполнении. В настоящее время уже существуют установки по производству фуллеренов, нанотрубок и ноночастиц металлов в углеводородных пламенах, но