

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

НАНОАЛМАЗНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РТИ

Тема 1.2. Преимущества детонационного способа получения наноалмазов. Вклад российских научных школ в промышленное освоение синтеза наноалмазов детонационным способом. Технологические схемы получения и проблемы очистки детонационных наноалмазов.

Авторы:

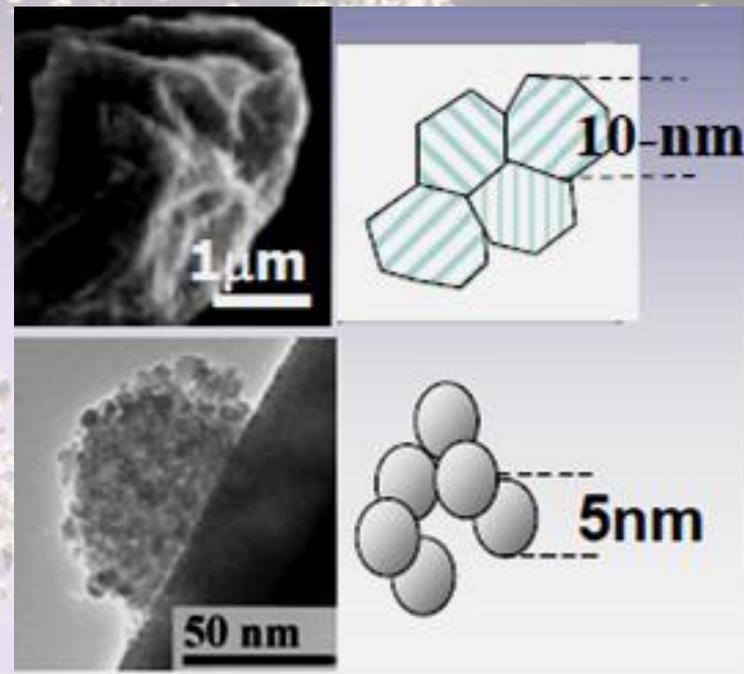
Соколова М.Д., д.т.н., зав. лаб. материаловедения ФГБУН ИПНГ СО РАН

Давыдова М.Л., к.т.н., с.н.с. ФГБУН ИПНГ СО РАН

Христофорова А.А, н.с. ФГБУН ИПНГ СО РАН

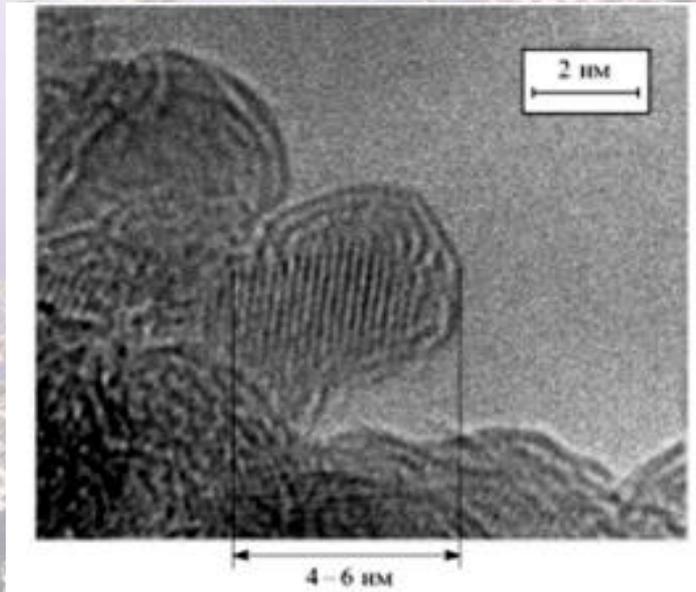
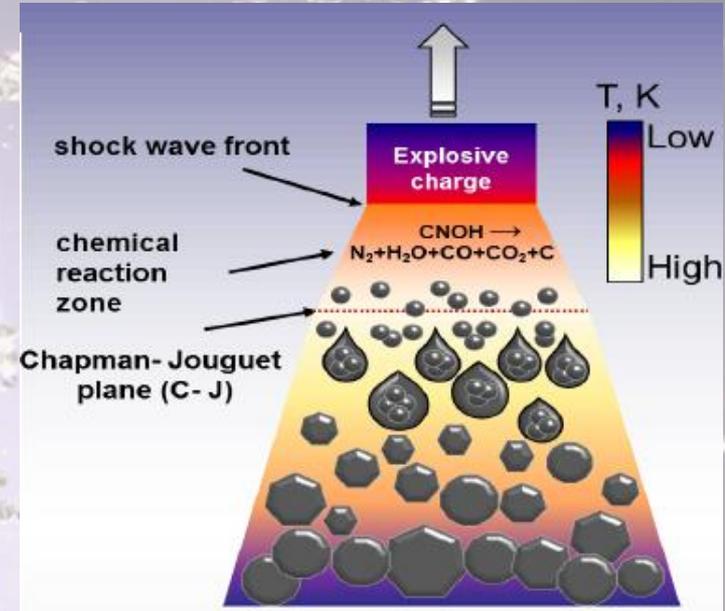
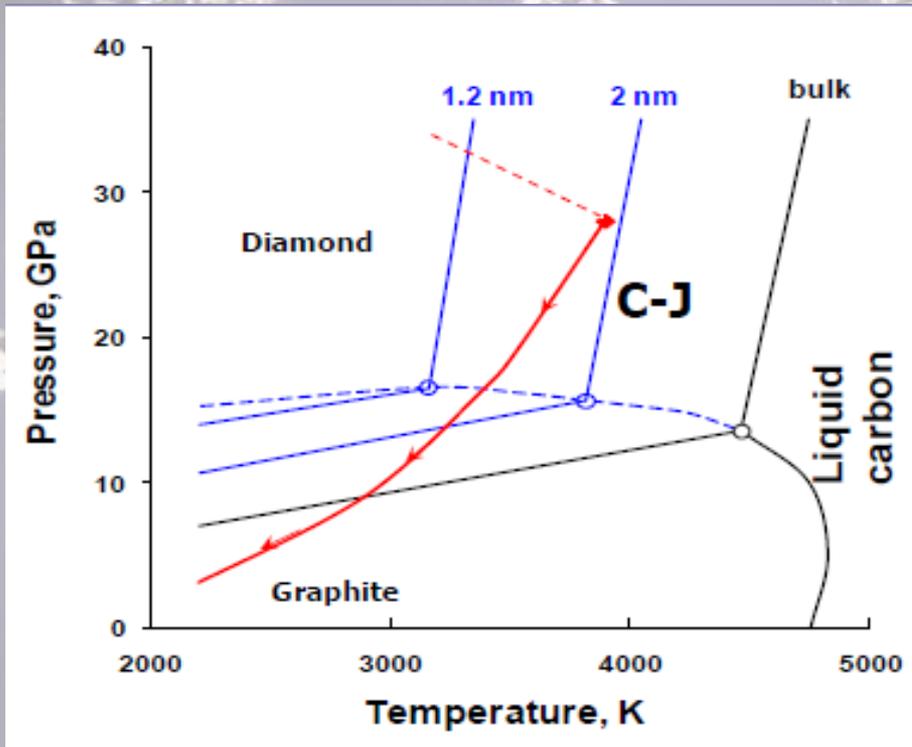
Шадринов Н.В., к.т.н., с.н.с. ФГБУН ИПНГ СО РАН

Детонационные наноалмазы (ДНА) – алмазы, полученные из углерода взрывчатых веществ при подрыве во взрывной камере в газовой или жидкой средах. (Принимая во внимание, что ультрадисперсные алмазы образуются и другими методами, например, при осаждении пленок из газовой фазы или в процессах статического синтеза в земной коре, для этих алмазов было выбрано именно это название, а не достаточно часто встречающееся УДА.)



Properties & Applications of Nanodiamond
Particles Olga Shenderova *International
Technology Center, Raleigh, NC, USA* [www.itc-
inc.org](http://www.itc-inc.org)

Преимущества детонационного способа получения наноалмазов



[The properties and applications of nanodiamonds Vadym N. Mochalin, Olga Shenderova, Dean Ho & Yury Gogotsi](#)
Nature Nanotechnology 7, 11–23 (2012)

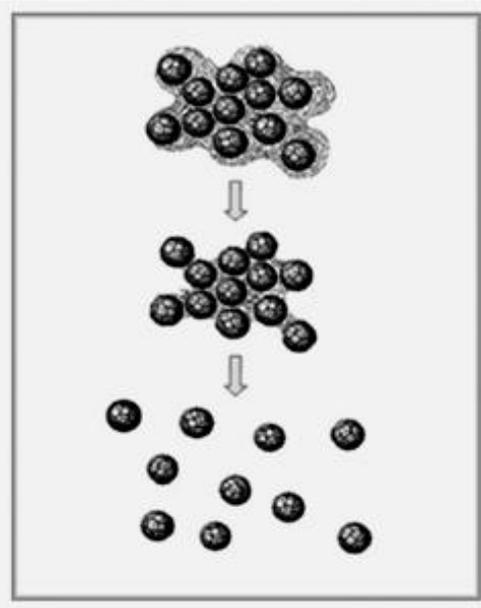
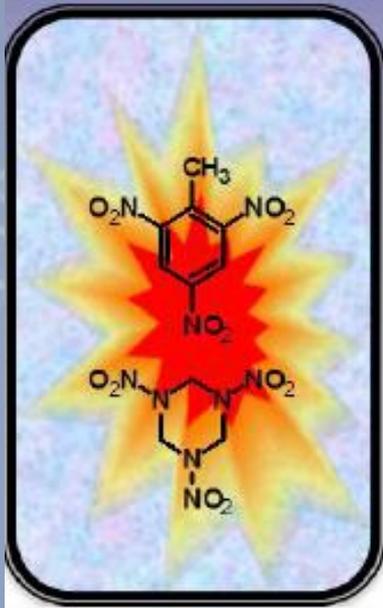
Производство в мире: ~2 тонн в год
детонационная сажа: \$500-\$900 за кг
Цена НА: \$1500-\$40,000 за кг

Вклад российских научных школ в промышленное освоение синтеза наноалмазов детонационным способом

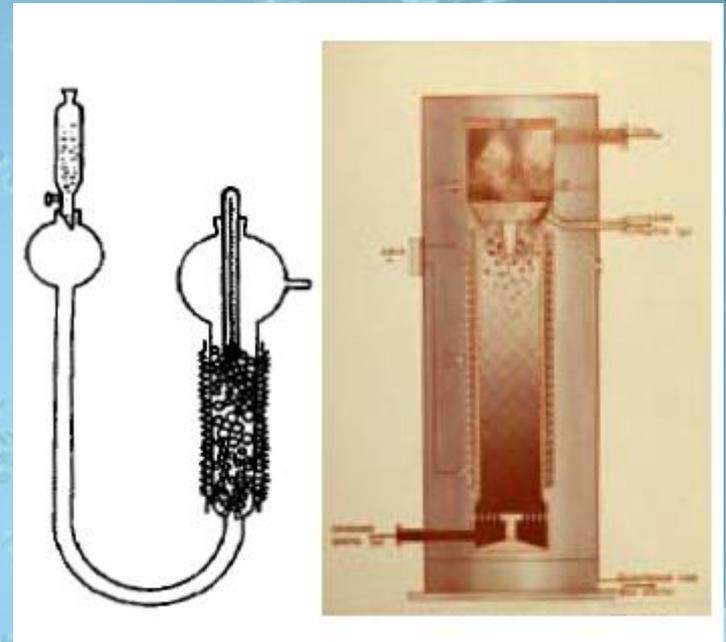
Первые сообщения о детонационном синтезе наноалмазов появились в **80-ых годах** прошлого века в СССР, а затем в США. Последние два десятилетия характеризуются интенсивными исследованиями в области синтеза наноалмазов, их химической очистки, модификации поверхности, применения наноалмазов в различных областях. В России, большой вклад в развитие этого направления внесли научно-исследовательские организации и научно-производственные предприятия как:

- **Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (г. Бийск);***
- **Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики (г. Снежинск);***
- **Федеральное государственное унитарное предприятие «СКТБ «Технолог» (г. Санкт-Петербург);***
- **Институт химической физики РАН (г. Москва);***
- **Московский государственный университет;***
- **Институт гидродинамики СО РАН (г. Новосибирск);***
- **Федеральное государственное унитарное предприятие «Электрохимприбор» (г. Лесной);***
- **ОАО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» (г. Санкт-Петербург).***

Технологические схемы получения и проблемы очистки детонационных наноалмазов



I стадия
Синтез (взрыв)



II стадия
Очистка

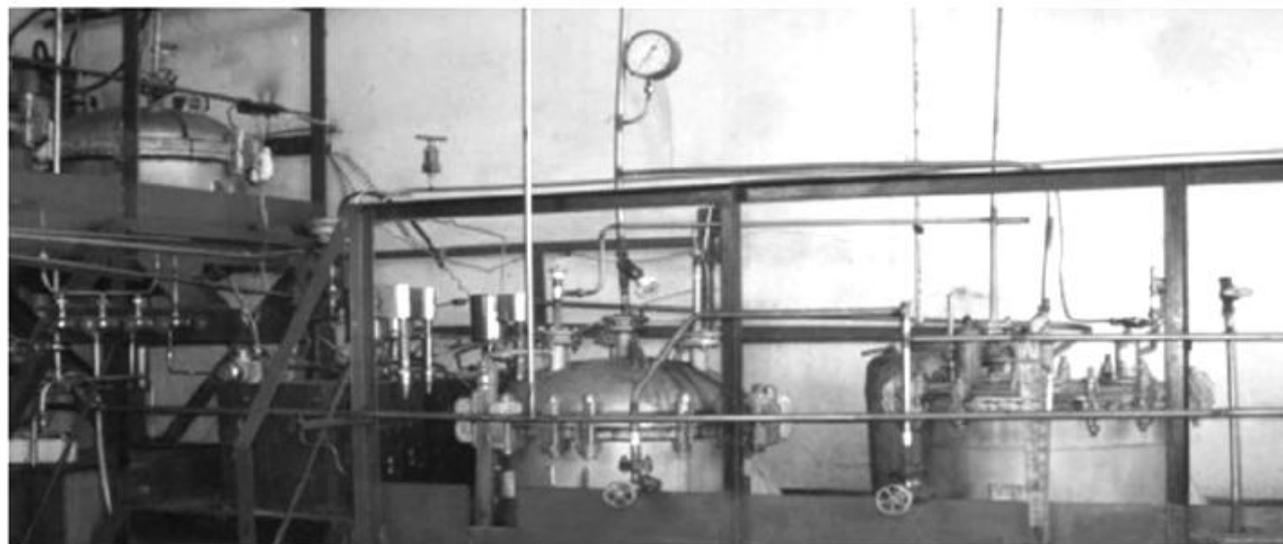
Сакович Г.В., Жарков А.С., Петров Е.А.
Детонационные наноалмазы. Синтез. Свойства.
Применение. // Нанотехнологии, №4, 2011. -С.
53-61.



а



б



в

Взрывная камера для детонационного синтеза наноалмазов (а), реакторный блок химической очистки наноалмазов (б) и узел приема суспензии после реакторного блока (в)

Витязь П. А., Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / под общ. ред. П. А. Витязя. – Минск : Беларус. навука, 2013.

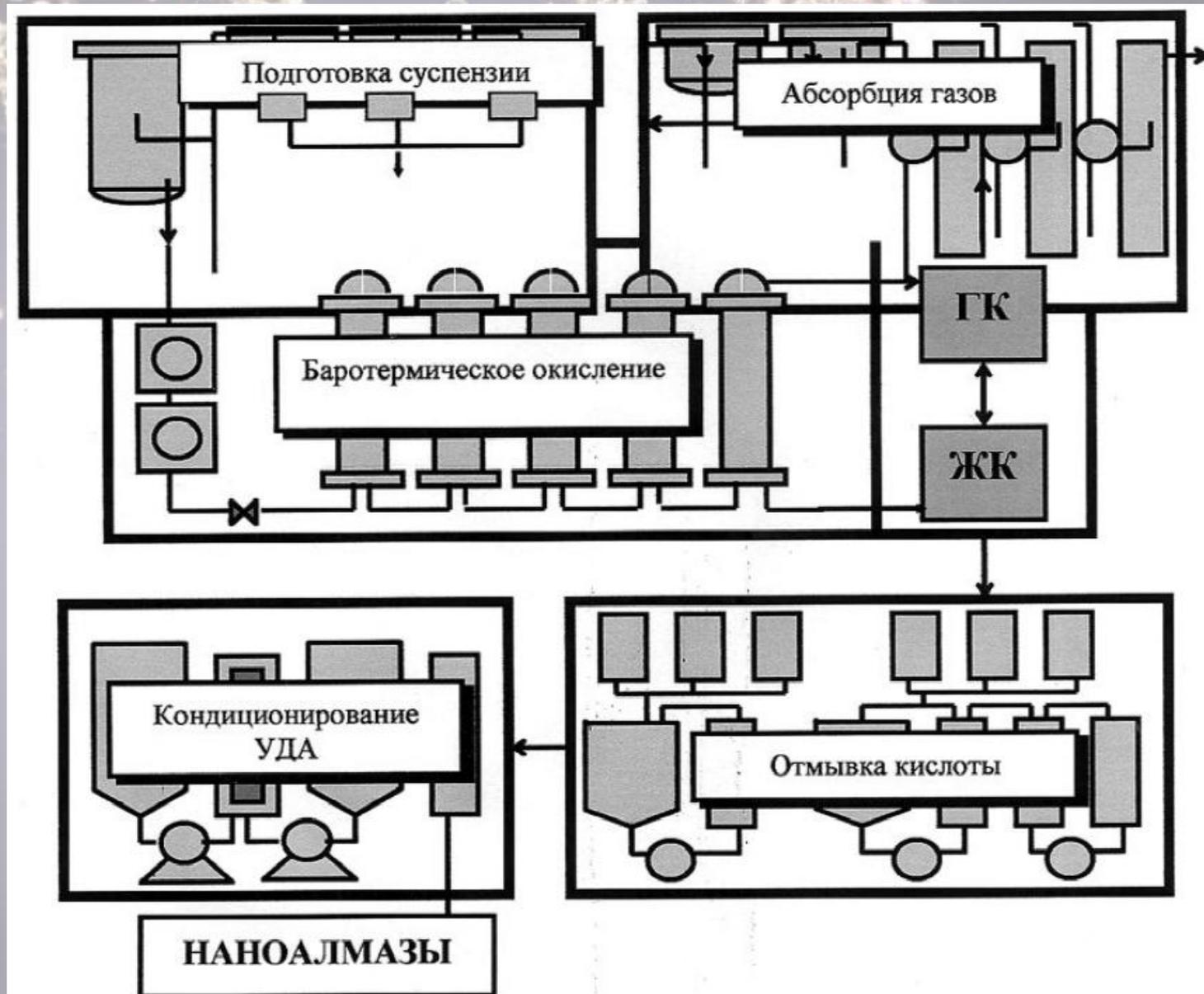
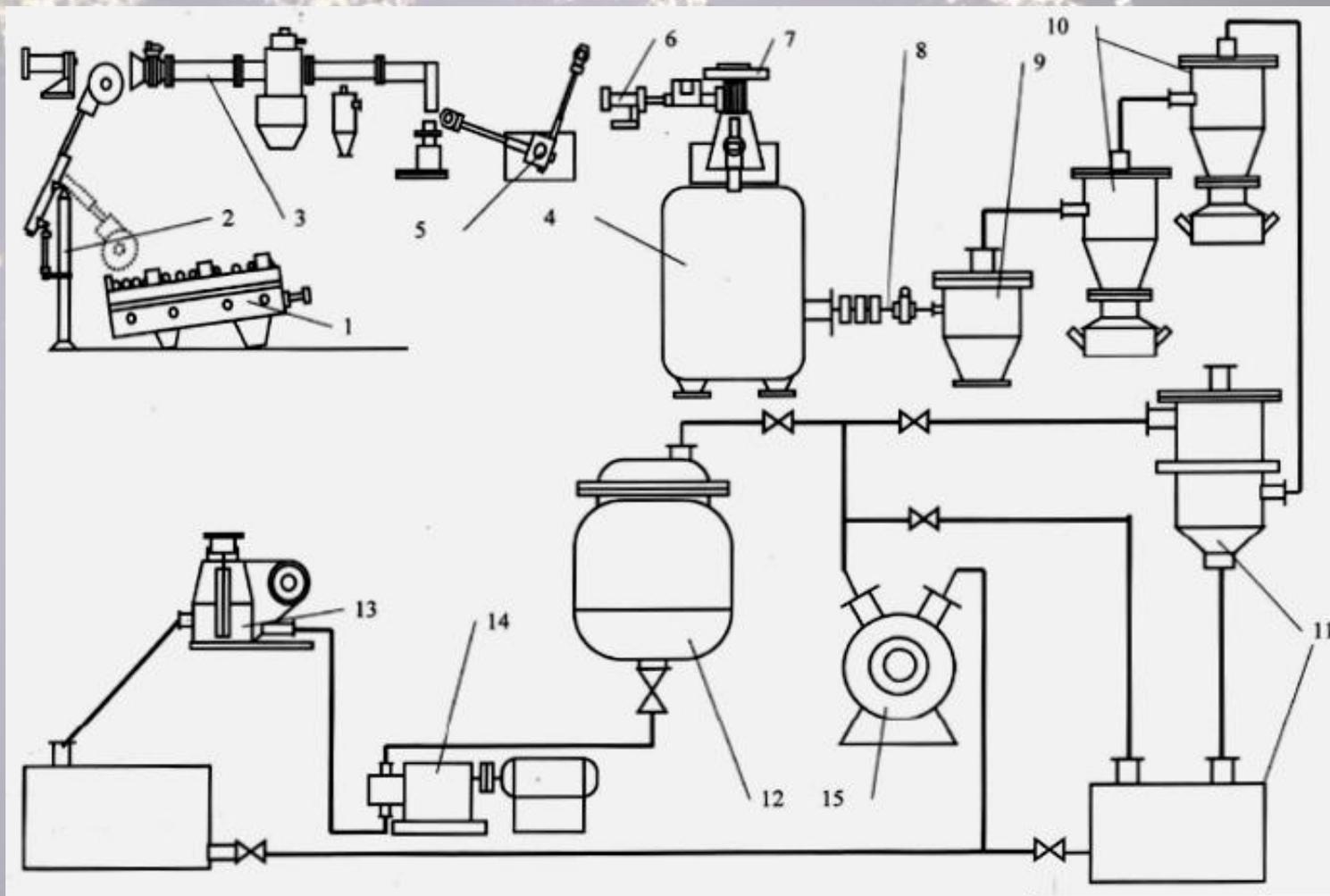


Схема химической очистки наноалмазов

Промышленное производство НА (ФНПЦ «Алтай»)



Аппаратурно-технологическая схема синтеза производства НА: 1 — автомат поштучной подачи зарядов ВВ, 2 — подъемник, 3 — установка пневмотранспортирования, 4 — взрывная камера, 5 — автоматический манипулятор, 6 — зарядное устройство, 7 — камера, 8 — линия подачи газообразных продуктов, 9 — циклон-сепаратор, 10 — каскад циклонов-сепараторов, 11 — гидроулавливатель, 12 — сборник суспензии, 13 — центрифуга, 14, 15 — насосы

Сакович Г.В., Жарков А.С., Петров Е.А. Детонационные наноалмазы. Синтез. Свойства. Применение. // Нанотехнологии, №4, 2011. -С. 53-61.

Этапы очистки алмаза

Первый этап

Растворение катализатора и карбидной фазы кислотами или их смесями



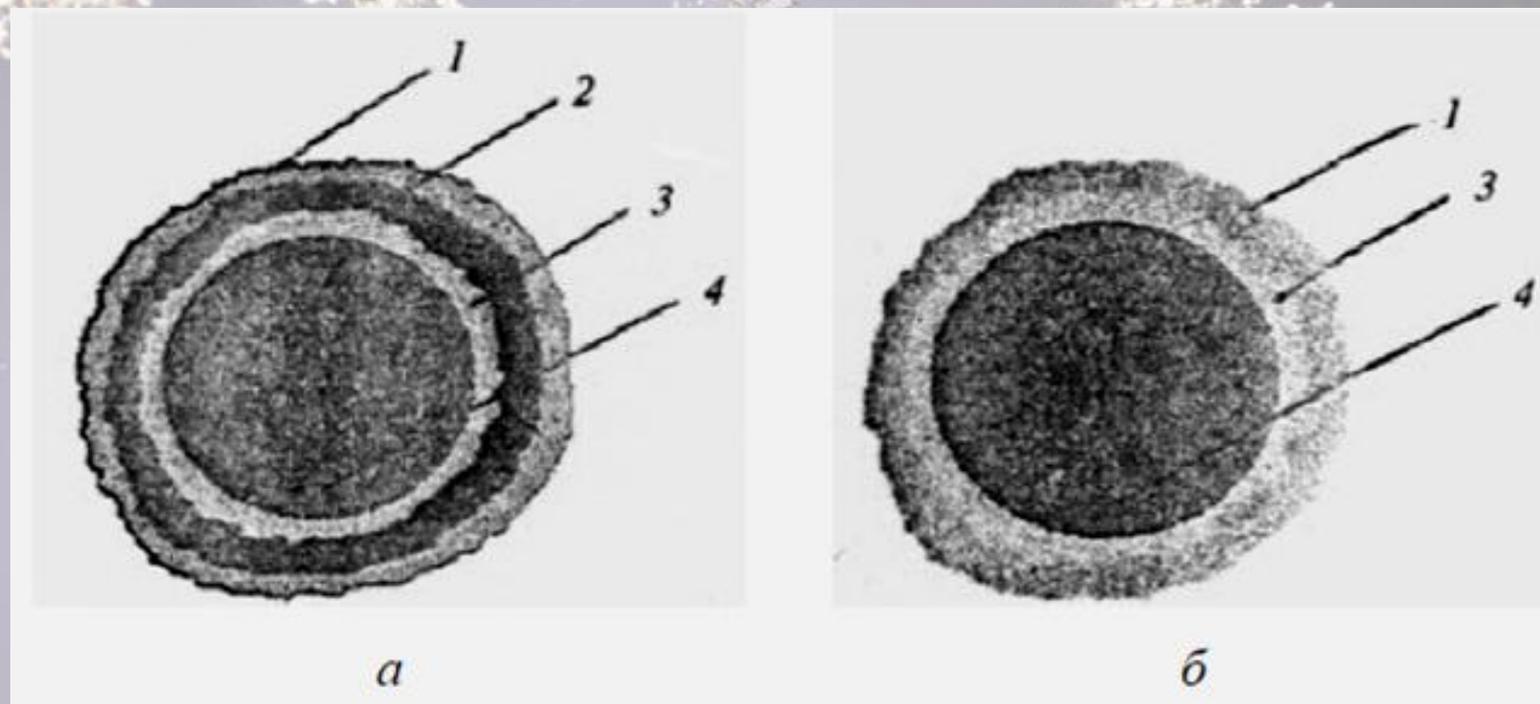
Второй этап

Избирательное окисление неалмазных форм углерода различными реагентами



Третий этап

Удаление нерастворимых в воде, кислотах (за исключением плавиковой) и водных щелочах соединения, если последние присутствуют в больших количествах (более 1%)



Структура частицы ДНА до (а) и после (б) очистки: 1 – адсорбированные газы и радикалы; 2 – графит; 3 – луковичеподобный графит; 4 – алмазное ядро

Витязь П. А., Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / под общ. ред. П. А. Витязя. – Минск : Беларус. навука, 2013.