

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДсорбЦИИ ЗОЛОТА ИЗ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ

В.М. Винокуров, А.В. Домин, В.А. Курочкин, Т.В. Машкина

*В настоящей работе изучены основные закономерности адсорбции золота на поверхности гранулированного силикагеля. В том числе влияние предварительной обработки растворами с различными рН на количество сорбируемого золота, кинетика процесса, влияние температуры.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особую актуальность приобрело использование нанотехнологий для решения насущных задач человечества [1]. Эта проблема имеет много различных приложений. В частности: показано, что являясь малоактивным металлом, в виде сплавленного металла, золото проявляет высокую каталитическую активность в виде наночастиц [2]. При этом для ряда процессов, каталитическая активность наночастиц золота выше, чем у всеми признанными и широко используемыми платиной и палладием.

Уникальность катализатора с наночастицами золота уникальна, так как позволяет работать при температуре окружающей среды и даже ниже. Когда наночастицы золота, размером менее 5 нм наносят на подложку из оксидов благородных металлов, окиси кремния или углерода, образуются очень активные катализаторы. Показано, что золото на оксиде железа можно использовать для окисления СО в СО<sub>2</sub> при температурах ниже 0 °С, а также являются наилучшим катализатором гидрохлорирования ацетилена. Нанозолото на минерале бемите селективно для гидрогенизации алкинов в присутствии алкена.

Отмечена также активность золота на оксидных катализаторах для ненасыщенных углеводородов.

Эти и другие примеры каталитической активности наночастиц золота показывают, что соответствующие капиталовложения могут позволить получить катализаторы с уникальными свойствами. В настоящее время золото всего лишь в два раза дороже палладия, но более чем в два раза дешевле платины, которые используются в катализе в больших объемах [3].

Получение таких катализаторов возможно с помощью сорбции коллоидного раствора золота пористыми веществами (графит, силикагель, оксиды металлов) [4].

В настоящей работе представлены результаты исследования некоторых закономерностей

адсорбции золота из коллоидных растворов на поверхности силикагеля. В частности изучены: влияние предварительной обработки силикагеля растворами с различными рН на количество сорбируемого золота; кинетика процесса при фиксированных внешних факторах; влияние температуры на адсорбцию.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Приготовление коллоидного раствора золота

Существует несколько способов получения коллоидного золота, различающихся в основном использованием того или иного восстановителя AuCl до металла [5].

Нами был выбран способ, основанный на использовании в качестве восстановителя формалина – раствор формальдегида в воде.

К 100 мл дистиллированной воды добавляют 5 мл 1 % раствора поташа или кальцинированной соды. Раствор нагревают до кипения и добавляют в него 0,2 мл 2 % раствора золота в виде AuCl<sub>3</sub> 1 % формалина. В результате чего образуется вишнево-красный золь золота.

Концентрация золота в таком растворе 0,008 г/мл (см<sup>3</sup>). Адсорбция золота из коллоидного золота на поверхности силикагеля.

### Обработка силикагеля коллоидным раствором

Гранулы силикагеля диаметром от 2 до 3 мм и с удельной поверхностью порядка 5 – 10 м<sup>2</sup>/г помещались в бюкс емкостью 50 мл. Масса навески составляла 2 грамма. В бюкс наливалось 20 мл раствора коллоидного золота, общее содержание которого составляло 0,008·20 = 0,16 г.

Образец выдерживался в соответствующих условиях необходимое время. После чего, золото извлекалось из образца и анализировалось количество адсорбированного металла.

### Анализ количества золота, сорбированного силикагелем из коллоидного раствора

После выдержек образца силикагеля в заданных условиях, раствор коллоида декантировался, а силикагель трехкратно промывался 20 мл воды, с последующей декантацией, чтобы смыть коллоид с внешней поверхности гранул.

После чего, к гранулам силикагеля, имеющим явно вишневую окраску, приливалось 10 мл концентрированной соляной кислоты и 1 мл 56 %  $\text{HNO}_3$  для окисления коллоидного золота до  $\text{AuCl}_3$ . Время процесса – приблизительно один час при подогреве до 60.

Все результаты представлены в виде количества золота в граммах, сорбированного 1 граммом силикагеля.

Затем раствор декантировался, а гранулы силикагеля заливались 10 мл дистиллированной воды, которая подогревалась до 60 °С. Процесс для наиболее полного извлечения  $\text{AuCl}_3$  повторялся трижды.

Раствор  $\text{AuCl}_3$  (или золотохлорводородистой кислоты  $\text{HAuCl}_4$ ) имеет интенсивную желтую окраску, максимум поглощения светового излучения лежит вблизи 350 нм.

Поэтому концентрацию золота в растворе достаточно просто измерить прямым спектрофотометрическим методом. Для измерения оптической плотности использовался спектрофотометр Spesol – 10.

### Обработка силикагеля растворами с заданными рН раствора

Навеска силикагеля массой 2 г помещалась в 50 мл растворов с различными рН на 24 часа. После чего высушивалась при температуре 80 °С, а в дальнейшем обрабатывалась растворами коллоидного золота. Необходимое значение рН раствора создавалось в кислой среде соответствующим разбавителем 0,1н. раствора  $\text{HCl}$ , а в щелочной среде 0,1 н. раствора  $\text{KOH}$ .

Изучение кинетики проводилось на навесках силикагеля массой 2 г предварительно обработанных раствором с рН = 2. Порядок проведения опытов изложен выше. Время выдержки силикагеля в коллоидном растворе золота варьировалось от 2 минут до 24 часов. Силикагель был предварительно обработан соляной кислотой с рН = 2.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали выполненные исследования, наибольшее количество золота из кол-

лоидного золота сорбируется при предварительной обработке силикагеля с высокими значениями рН  $\leq 2$ . Однако при повышении рН  $> 9$ , также наблюдается некоторое увеличение количества сорбируемого металла, что возможно объяснить перезарядкой поверхности силикагеля.

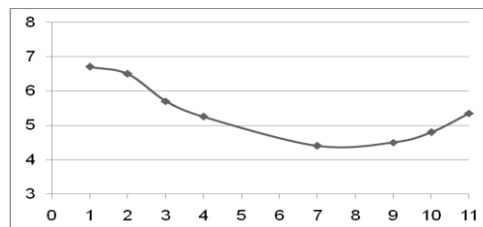


Рисунок 1. Влияние рН предварительной обработки силикагеля на сорбцию золота ( $t_{\text{обр}} = 2$  часа,  $t_{\text{сорбц}} = 2$  часа)

Максимальное количество золота, сорбируемого силикагелем составляет порядка  $(6,5-7) \cdot 10^{-3}$  грамм на грамм силикагеля (рисунок 1).

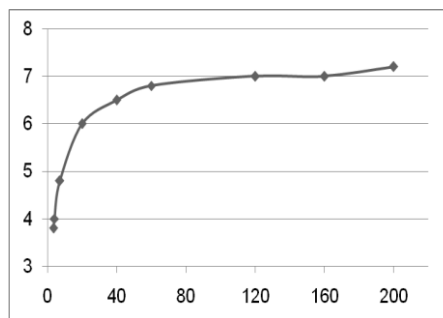


Рисунок 2. Кинетика процесса сорбции золота на силикагеле ( $t_{\text{обр}} = 2$  часа, рН = 2)

Изучение кинетики сорбции золота на силикагеля показало, что более 90 % металла сорбируется в течение 30 минут. А за два часа устанавливается равновесие (рисунок 2).

Из рисунка 3 видно, что температура в интервале 278 – 350 К практически не влияет на количество сорбируемого золота.

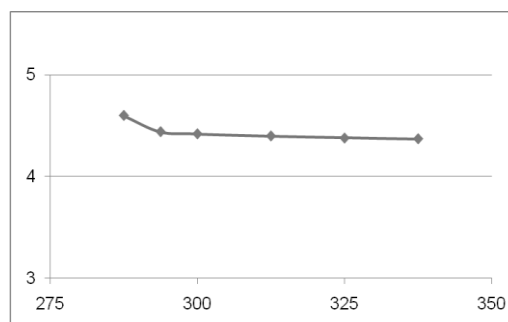


Рисунок 3. Влияние температуры на сорбцию золота ( $t_{\text{обр}} = 2$  часа, рН = 2,  $t_{\text{сорбц}} = 2$  часа)

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ ЗОЛОТА ИЗ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихомиров В.А. Президент сказал «нано»./ В.А. Тихомиров // Огонек.-2007.- №4. - С.20-22.
2. Проблема развития нанотехнологии в России и за рубежом [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://nanometr.ru>.
3. Нанозолото в катализе [Электронный ресурс]: Базовая химия и нефтехимия.-Электронный журнал.-Режим доступа: <http://newchemistry.ru>.
4. Н.А. Матвеевская, Н.О. Мчедлов-Петросян, А.В. Толмачев, Н.И. Шевцов /

Получение, структура и свойства гетеронаночастиц SiO<sub>2</sub>/Au // Доклады Национальной академии наук Украины, 2007. - №2. - С.101-107.

5. Практикум по коллоидной химии: Учеб.пособие для химико-технол. вузов/ Баранова В.И., Бабик Е.Е., Кожевникова Н.М. и др.; подред. Лаврова И.С. – М.: Высшая школа., 1983 – 266с.

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ЦИНОЛ КЦ НА СВОЙСТВА РЕЗИН

Н.Л. Пантелеева, А.Н. Дронова, О.М. Огнева

*Проведено исследование технологической добавки Цинол КЦ в протекторной резиновой смеси. Показано, что при введении Цинола КЦ увеличивается степень диспергирования технического углерода. При этом происходит улучшение свойств резин, что дает возможность сократить время изготовления резиновых смесей.*

### ВВЕДЕНИЕ

Применение высокоактивных наполнителей для усиления резин дает возможность значительно увеличить износостойкость протекторных резин. Необходимым условием при этом является обеспечение достаточной степени диспергирования технического углерода. Этого можно достичь удлинением процесса смешения и делением его на 3-4 стадии или использованием технологических добавок, улучшающих распределение высокодисперсных твердых частиц. В качестве диспергирующих агентов в настоящее время используются синтетические жирные кислоты, стеариновая и олеиновая, которые выполняют также функции активаторов процесса серной вулканизации. Известно [1], что эти кислоты ограниченно растворяются в полимерах и при увеличении дозировок могут значительно влиять как на скорость вулканизации, так и на изменение свойств резин, не изменяя при этом степени диспергирования. В последнее время появились данные об исследованиях новых технологических добавок полифункционального действия, таких как Диспактол, Технол, Struktol. По литературным данным [2-4] эти добавки улучшают изготовление и переработку резиновых смесей, снижают их стоимость без заметного изменения

свойств резин. В связи с недоступностью входящих в их состав оксиэтиленовых продуктов в настоящее время особое внимание уделяется природным источникам жирных кислот [5]. Одним из таких источников являются жирные кислоты таллового масла – побочного продукта переработки древесины. Рассматривается возможность введения продуктов переработки таллового масла непосредственно в резиновую смесь, но, судя по литературным данным, применение композиций поверхностно-активных веществ может дать синергический эффект в резиновых смесях [6].

Поэтому представляет большой интерес изучение таких технологических добавок как Цинолы [7].

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Цинол КЦ производства ООО «Композиционные материалы» представляет собой смесь стеарата цинка, таллата кальция и мела. В качестве объекта исследований выбрана протекторная резиновая смесь на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15, содержащая 60 мас.ч. высокоактивного технического углерода (ТУ) марки N220. Исследуемые дозировки технологической добавки Цинола КЦ представлены в таблице 1.