

Орозматова Г.Т.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАНОПОРОШКОВ МЕДИ С РАСТВОРОМ АММИАКА**

G.T. Orozmatova

**THE INTERACTION OF COPPER NANOPOWDER WITH AMMONIA**

УДК 541.182:546.56

*В работе приведены результаты изучения взаимодействия наночастиц меди, полученных при восстановлении гидразином ионов меди в присутствии стабилизаторов, с раствором аммиака. Показано, что скорость взаимодействия зависит от условий получения наночастиц меди и природы стабилизатора.*

*The paper presents the results of studying the interaction of copper nanoparticles obtained by hydrazine reduction of copper ions in the presence of stabilizers, with ammonia solution. It is shown that the rate of reaction depends on the conditions of preparation of copper nanoparticles and the nature of stabilizer.*

Наночастицы меди имеют широкие перспективы применения в качестве катализаторов в таких разнообразных промышленных процессах, как конверсия тяжелых фракций нефти, превращения спиртов в альдегиды, окисление CO, преобразование солнечной энергии, изомеризация хлоролефинов, также в микроэлектронике, при создании жидко- и газофазных датчиков и сенсоров. Антибактериальные свойства наночастиц меди могут быть использованы при изготовлении оборудования и материалов медицинского назначения и оборудования пищевой промышленности. Возможно применение наночастиц меди в производстве современных смазывающих субстанций, «каркасов» композитных материалов и т.д. [1].

Высокодисперсные материалы по сравнению с компактными обладают избыточной энергией, поэтому их часто называют энергонасыщенными системами или средами. С высокой энергонасыщенностью высокодисперсных частиц, в частности, из-за вклада поверхностной энергии связана очень важная особенность нанопорошков металлов – их высокая реакционная способность [2].

Ранее [3] методом электронной спектроскопии установлено, что при восстановлении ионов Cu<sup>2+</sup> гидразином в присутствии в качестве поверхностно активных веществ желатины, геллана и других, происходит образование стабильных наночастиц меди.

Поэтому целью данной работы является изучение взаимодействия наноразмерной меди, синтезированной при восстановлении ионов меди гидразином в присутствии, в качестве стабилизаторов, желатины, геллана и поливинилспирта (ПВС), с раствором аммиака.

Для изучения взаимодействия меди с аммиаком определенное количество высокодисперсного порошка меди (10 мг), полученного в различных условиях, растворялся в 10мл 10% раствора аммиака при комнатной температуре (22°C). Раствор отфильтровался, и измерялась его оптическая плотность на спектрофотометре СФ-46 при длине электромагнитного излучения 600 нм, т.к. при растворении нанопорошков меди в растворе аммиака образуется раствор, окрашенный в интенсивно синий цвет, и характеризующийся максимум поглощения при 600 нм. Поэтому кинетика взаимодействия нанопорошков меди с раствором аммиака контролировалась по изменению оптической плотности полученного раствора от продолжительности реакции.

Константа скорости реакции рассчитана с использованием кинетического уравнения реакции первого порядка, т.к. количество аммиака берется в избытке, поэтому изменением концентрации аммиака можно пренебречь [4].

При растворении меди в растворе аммиака в присутствии кислорода воздуха протекает следующая реакция с образованием аминокompлексного иона [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>, который окрашивает раствор в интенсивно синий цвет:

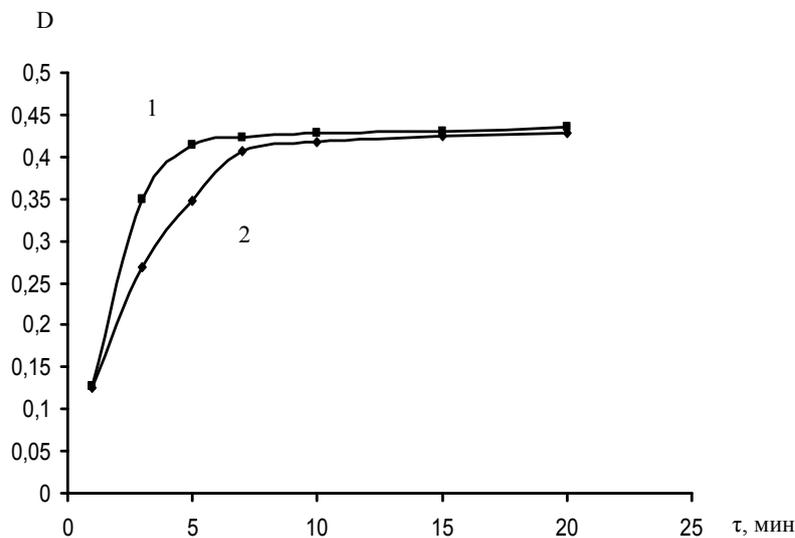


Концентрация образовавшегося комплексного иона пропорциональна оптической плотности его раствора. Поэтому для расчета константы скорости реакции взаимодействия наночастиц меди с раствором аммиака использовано следующее уравнение:

$$k = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{D_\infty}{D_\infty - D_t}$$

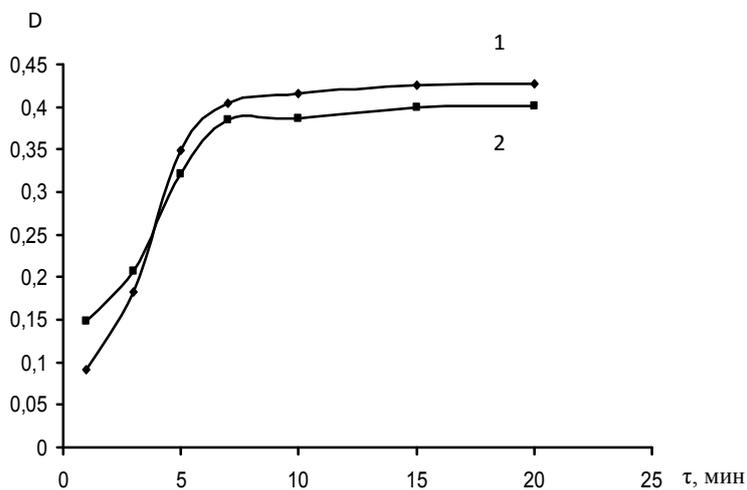
где D<sub>∞</sub> и D<sub>t</sub> – оптическая плотность раствора в конце (при полном растворении меди) реакции и в момент времени t.

Кинетические кривые реакции взаимодействия нанопорошков меди, полученных при восстановлении ионов меди гидразином, с раствором аммиака представлены на рис. 1-3, а результаты расчета константы скорости этой реакции – в табл. 1-3.



**Рис. 1.** Кинетические кривые взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной (1) и щелочной (2) средах в присутствии геллана, с 10% раствором аммиака

Анализ кинетику взаимодействия наночастиц меди, полученных при восстановлении гидразином в присутствии стабилизаторов, с раствором аммиака показывает, что скорость взаимодействия зависит от условий получения нанопорошка меди и природы стабилизатора.



**Рис. 2.** Кинетические кривые взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной (1) и щелочной (2) средах в присутствии желатины, с 10% раствором аммиака

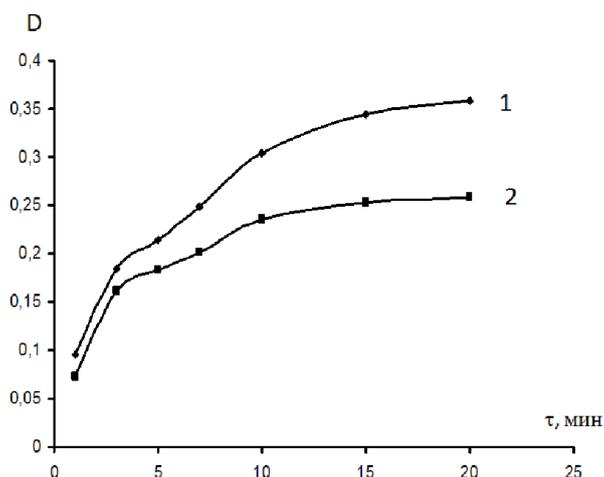


Рис. 3. Кинетические кривые взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной (1) и щелочной (2) средах в присутствии ПВС, с 10% раствором аммиака

Таблица 1

Константа скорости реакции взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной и щелочной средах в присутствии желлана, с 10% раствором аммиака

№	τ, мин	Аммиачная среда		Щелочная среда	
		D	$k \cdot 10^1, \text{мин}^{-1}$	D	$k \cdot 10^1, \text{мин}^{-1}$
1	1	0,127	3,27	0,126	2,22
2	3	0,349	3,19	0,269	2,08
3	5	0,414	3,15	0,347	2,18
4	7	0,423	3,32	0,406	2,19
5	10	0,429	3,49	0,417	2,50
6	15	0,431	3,38	0,424	2,30
7	20	0,435	3,58	0,429	2,45
Среднее			3,34		2,27

Таблица 2

Константа скорости реакции взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной и щелочной средах в присутствии желатинны, с 10% раствором аммиака

№	τ, мин	Аммиачная среда		Щелочная среда	
		D	$k \cdot 10^1, \text{мин}^{-1}$	D	$k \cdot 10^1, \text{мин}^{-1}$
1	1	0,092	2,05	0,148	1,40
2	3	0,183	1,92	0,207	1,65
3	5	0,349	1,95	0,322	1,49
4	7	0,404	1,90	0,384	1,70
5	10	0,415	2,04	0,386	1,62
6	15	0,425	1,87	0,399	1,39
7	20	0,427	2,14	0,401	1,49
Среднее			1,98		1,53

Растворимость нанопорошков меди, полученных в присутствии ПВС значительно меньше, чем растворимость частиц меди, полученных в присутствии желлана и желатинны. На это указывают значения константы скорости реакции взаимодействия нанопорошков меди с раствором аммиака.

Активность взаимодействия нанопорошков меди, полученных в присутствии одного и того же поверхностно-активного вещества, зависит от реакционной среды, где происходит восстановление меди.

**Константа скорости реакции взаимодействия наночастиц меди, полученных в аммиачной и щелочной средах в присутствии ПВС, с 10% раствором аммиака**

№	τ, мин	Аммиачная среда		Щелочная среда	
		D	k·10 <sup>1</sup> , мин <sup>-1</sup>	D	k·10 <sup>1</sup> , мин <sup>-1</sup>
1	1	0,096	1,51	0,073	1,13
2	3	0,185	1,66	0,161	1,15
3	5	0,214	1,47	0,183	1,17
4	7	0,248	1,42	0,201	1,25
5	10	0,304	1,41	0,236	1,05
6	15	0,344	1,36	0,253	1,13
7	20	0,358	1,38	0,258	1,19
Среднее			1,46		1,15

Скорости взаимодействия нанопорошков меди с раствором аммиака, для одного и того же ПАВ, более высокие, когда частицы меди восстанавливались из аммиачной среды. В этом случае основным фактором, влияющим на скорость реакции растворения порошков меди, может быть их дисперсность, т.е. их размеры. В аммиачной среде ионы меди находятся в виде комплексного иона  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ , поэтому восстановление ионов меди протекает достаточно медленной скоростью и в результате образуются более высокодисперсные частицы. Чем меньше размеры частиц меди, тем больше скорость взаимодействия их с реагентом.

Влияние природы ПАВ на растворимость нанопорошков меди можно объяснить образованием на поверхности наночастиц меди защитной оболочки различной структуры. Возможно, ПВС и желатин образуют более плотные защитные слои по сравнению с гелланом. Поэтому доступ реагента к поверхности наночастиц меди будет затруднен и соответственно скорость взаимодействия будет меньше.

Таким образом, установлено, что, в одинаковых условиях, с раствором аммиака активно взаимодействуют наночастицы меди, полученные при восстановлении гидразином в присутствии геллана.

#### Литература

1. Сайкова С.В., Воробьев С.А., Николаева Р.Б., Михлин Ю.Л. Определение условий образования наночастиц меди при восстановлении ионов  $Cu^{2+}$  растворами гидрата гидразина // Журнал общей химии, 2010, т.80, вып.6. – С.952-957.
2. Микубаева Е.В., Коботаева Н.С., Сироткина Е.Е. Исследование реакционной способности нанопорошков меди при взаимодействии с ледяной уксусной кислотой // ЖПХ, 2004, т.77, вып. 12. – С.1937-1941.
3. Баатыркулова К.А., Орозматова Г.Т., Сатывалдиев А.С., Жаснакунов Ж.К. Получение устойчивой суспензии наноразмерной меди // Известия ВУЗов, 2013, №3. – С.95-97.
4. Практикум по физической химии/под ред. С.В.Горбачева. – М.: Высш. школа, 1974. – 496 с.

**Рецензент: к.хим.н., доцент Мурзабекова Э. Т.**