

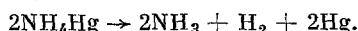
ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

546.39

**СУЩЕСТВУЕТ ЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ АММОНИЙ?****(Из старой и новой литературы)**

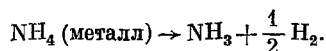
Хорошо известно, что ион аммония  $\text{NH}_4^+$  ведет себя во многих отношениях подобно ионам щелочных металлов. Кристаллохимический радиус иона  $\text{NH}_4^+$  (1,43 Å) весьма близок к соответствующим радиусам калия (1,33 Å) и рубидия (1,44 Å). Многие соли аммония образуют твердые растворы с соответствующими солями калия и рубидия.

Аммония также образует амальгамы со ртутью, которые могут рассматриваться как сплавы металлического гипотетического аммония. Со временем эти амальгамы разлагаются согласно реакции:



Однако в свободном состоянии металлический аммоний не известен.

При электролизе аммониевых солей на катоде выделяются аммиак и водород, т. е. имеет место гипотетическая необратимая реакция



Возникает вопрос, не будет ли металлический аммоний стабилен при высоких давлениях. Впервые наиболее четко сформулировал эту проблему Рэмзи в 1951 году<sup>1</sup> при обсуждении внутреннего строения планет Солнечной системы, Урана и Нептуна, богатых аммиаком и водородом.

Позднее, в 1954 году, Бернал и Месси<sup>2</sup> сделали попытку рассчитать уравнение состояния металлического аммония и оценить давление перехода смеси кристаллических аммиака и водорода в металлическую фазу. Расчеты<sup>2</sup> проводились в рамках приближения Вигнера — Зейтца. Оценки, данные в<sup>2</sup>, приводят к значениям давления перехода кристаллической смеси  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2$  при  $T = 0$  °К в металлический аммоний, равным 60—250 тыс. кг/см<sup>2</sup>.

Прогресс в технике высоких давлений сделал возможным экспериментальное исследование этой проблемы по крайней мере лет десять назад. Однако, как оказалось, физики и физико-химики, работающие в области высоких давлений, не заглядывали в геофизическую и астрономическую литературу до возникновения «водородного бума», начало которому было положено работой Эпкрофта<sup>3</sup>. Так или иначе, только в прошлом году<sup>4</sup> были предприняты экспериментальные попытки получения металлического аммония. Здесь надо заметить, что еще У. Рэмзи понимал, что при получении металлического аммония из смеси водорода и аммиака будет необходимо каким-то образом заставить диссоциировать молекулярный водород. В противном случае исходная смесь может остаться в метастабильном состоянии при давлениях, гораздо больших, чем давление, необходимое для равновесного перехода\*).

Учитывая это обстоятельство, а также трудности работы с газами, Ф. Банди предпринял эксперименты по электролизу расплавленного  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при давлении 80 кг<sup>4</sup>. Результат оказался отрицательным. Однако, следует подчеркнуть, что электролиз расплавленного  $\text{NaCl}$  в этих же условиях не привел к осаждению Na на катоде. Банди заключил, что характер электрохимических процессов при высоких давлениях и температурах не вполне ясен. Банди указывает в своем отчете<sup>4</sup>, что А. Руофф из Корнелльского университета проводил электролиз  $\text{NH}_4\text{I}$  при давлении 200 кг и температурах 300—400 °С. Результат снова был отрицательным.

\*) Очевидно, что эта проблема возникает также при экспериментальных попытках получения металлического водорода.

Наконец недавно Д. Стивенсон опубликовал результаты новых расчетов энергии и уравнения состояния металлического аммония<sup>5</sup>. Эти расчеты также основывались на методе Вигнера — Зейтца, однако процедура расчета потенциала иона отличалась от таковой, описанной в работе<sup>2</sup>.

Для оценки давления перехода кристаллической смеси аммиака и водорода в металл, автор<sup>5</sup> использовал сравнительно недавние экспериментальные данные, характеризующие уравнения состояния аммония и водорода при высоких давлениях. В этой связи оценки, данные в<sup>5</sup>, кажутся более правдоподобными, чем соответствующие оценки работы<sup>2</sup>.

Выводы работы<sup>5</sup> сводятся к тому, что сжимаемость смеси твердых  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2$  достаточно высока с тем, чтобы обеспечить ее стабильность по сравнению с металлической фазой до давлений по крайней мере 1 Мб. Таким образом, с экспериментальной точки зрения эта проблема становится тесно связанной с проблемой металлического водорода и столь же, если не более, трудной. Тем не менее представляется, что свойства металлического аммония должны быть весьма необычными, и вся проблема в целом заслуживает экспериментального и теоретического изучения.

*С. М. Стишо*

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ramsey W. H.— Mon. Not. RAS, 1951, v. 111, p. 427.
2. Bernal M. J. M., Massey H. S. W.— Ibid., 1954, v. 114, p. 172.
3. Ashcroft N. W.— Phys. Rev. Lett., 1968, v. 21, p. 1748.
4. Bundy F. P.— General Electric C.R.D.: Technical Information Ser., Report Nr. 76CRD110.— June 1976.
5. Stevenson D. J.— Nature, 1975, v. 258, p. 222.