

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ГИДРИДА АЛЮМИНИЯ AlH_3 ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ СТУПЕНЧАТОГО УДАРНОГО СЖАТИЯ

А.М. Молодец,^{1,*} Д. В. Шахрай,¹ А.Г. Храпак,² В.Е. Фортов²

¹Институт проблем химической физики, РАН, 142432 Черноголовка

²Объединённый институт высоких температур, РАН, 125412 Москва

Гидрид алюминия (алан) AlH_3 представляет собой материал с большим содержанием водорода - 10.1 весовых процента. Гидрид алюминия используется в производстве ракетных топлив и некоторых взрывчатых веществ, в связи с чем его свойства при высоких давлениях и температурах представляют очевидный интерес. Гидрид алюминия является перспективным материалов для аккумуляторов водорода и поэтому его термодинамические и электрофизические свойства при повышенных давлениях и температурах также являются предметом научных исследований.

Большое содержание водорода в гидриде алюминия обуславливает ряд его интересных свойств прикладного и фундаментального характера, в частности связанных с проблемой высокотемпературной сверхпроводимости. Дело в том, что согласно [1] существует определённая возможность создавать высокоплотное состояние водорода в водородосодержащих системах в добавление к так называемому «химическому сжатию». В некоторых гидридах (CH_4 , SiH_4 , MgH_2 , а также в алане) объём, приходящийся на атом водорода при давлениях 100-200 ГПа, оказывается сравнимым с этой величиной в молекулярном водороде при давлениях около 800 ГПа (см., например, [2]). Поэтому в этих веществах за счёт водорода можно ожидать существенных изменений электропроводности вплоть до сверхпроводящего состояния не при ультравысоких терапаскальных, как это требуется для чистого водорода, а на порядок меньших давлениях, то есть в районе 100 ГПа. В последнее время появились экспериментальные и теоретические [2,3] исследования алана при высоких статических давлениях вдоль комнатной изотермы, которые обосновывают актуальность изучения алана при высоких давлениях ударного сжатия, где наряду с давлением имеет место и увеличение температуры вещества.

В данной работе проведены эксперименты по измерению электропроводности алана при ступенчатом ударном сжатии до 80-100 ГПа. Выполнен термодинамический анализ состояний при ударном сжатии и определена зависимость удельной электропроводности алана от давления и объёма. Показано, что по мере увеличения давления от 30 до 100 ГПа проводимость алана изменяется аналогично проводимости плотного ударно сжатого водорода в области 100-200 ГПа [4] – в начале алан характеризуется полупроводниковым характером электропроводности, а затем его электропроводность достигает величин, характерных для полуметалла. Электропроводность алана истолкована в рамках представлений о так называемой «диэлектрической катастрофе» [5] с учётом существенного различия электронных состояний алана в молекулярной и конденсированной фазах.

Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Исследование вещества в экстремальных условиях».

Авторы благодарны В.Ф. Дегтярёвой и Е.М. Апфельбауму за плодотворные обсуждения.

[1] Ashcroft N.W. // Phys. Rev. Lett. V. 92, 187002 (2004)

[2] Goncharenko I. et al. // Pys. Rev. Let. 100, 045504 (2008)

[3] C. J. Pickard C.J. et al. // Pys. Rev. B V. 76, 144114 (2007)

[4] Nellis W.J. et al.// Phys. Rev. B V. 59, 3434 (1999)

[5] Herzfeld K.F. Phys. Rev. V. 29, 701 (1927)

*molodets@icp.ac.ru