

# ГИДРИД ЦИРКОНИЯ. СВОЙСТВА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.

М.Р. НИЗАМУТДИНОВ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15

В данной работе ставилось две задачи. Для начала требуется обозначить состояние вопроса о свойствах гидрида циркония, в частности интересуют особенности формирования и термическое разложение. Затем, на основе результатов поиска литературы, сформировать список публикаций, освещающих данную тему.

Цирконий – блестящий металл серебристо-серого цвета. Существует в двух кристаллических модификации,  $\alpha$ -Zr с гексагональной решеткой и  $\beta$ -Zr с кубической объемноцентрированной решеткой. Температура перехода  $\alpha \leftrightarrow \beta$  863°C, теплота плавления 1855°C .

Цирконий активно поглощает водород уже при 300°C образуя твердый раствор и гидриды ZrH и ZrH<sub>2</sub> часто представляющие хрупкий серо-черный порошок. При 1200—1300°C в вакууме гидриды диссоциируют и весь водород может быть удален из металла.

Для исследования гидридов используют ЯМР-спектроскопию, рентгеноструктурный и нейтронографический анализ, а также дифференциально термический, термогравиметрический анализ и дифференциально сканирующую калориметрию.

При концентрации водорода ниже стехиометрии дигидрида наблюдается образование ряда фаз.

На рис. 1 представлена фазовая диаграмма для системы цирконий-водород. Области достаточно хорошо изучены и описаны в соответствующей литературе и публикациях [1,2,4].

В табл. 1 представлены некоторые детали низкотемпературной структуры дигидрида циркония [1].

В табл. 2 представлены значения энтальпии, свободной энергии образования и энтропии для гидридов различных концентраций по водороду [1].

Найдены данные по термогравиметрическому и дифференциально-термическому анализу гидрида циркония.

В одной из работ[3] кинетику разложения гидридов изучали при скорости нагрева 20 град/мин, измерения проводили в интервале температур от комнатной до 1000°C в потоке аргона.

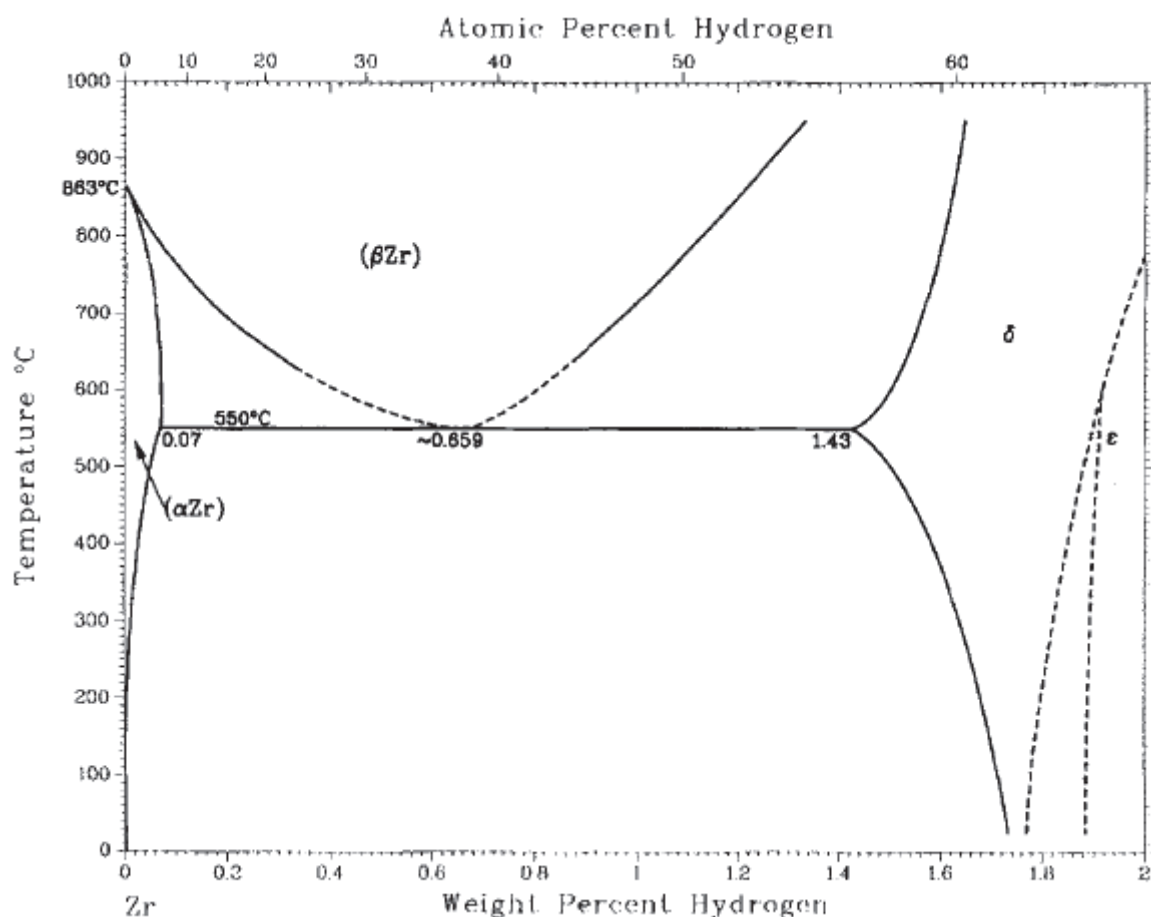
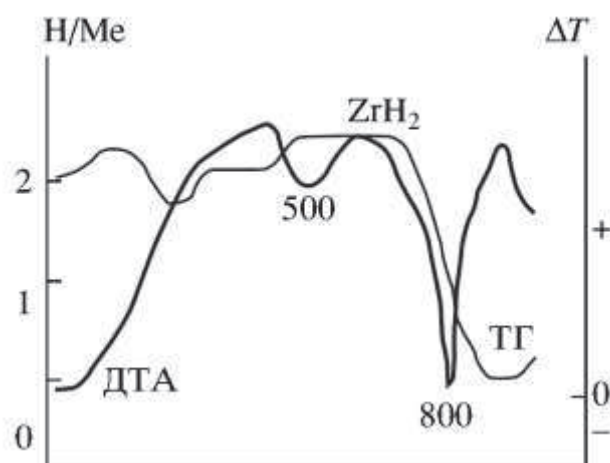


Рис. 1. Фазовая диаграмма для системы цирконий-водород [2]

Таблица 2. Термодинамические данные (при 25°C) [1]

$\Delta H_f$ , ккал/моль		$\Delta G_f$ , ккал/моль	$S$ , ккал/град*моль
ZrH <sub>2</sub>	( $\epsilon$ )	-39,7	
ZrH <sub>1,85</sub>	( $\epsilon$ )	-38,2	
ZrH <sub>1,7</sub>	( $\delta + \epsilon$ )	-34,7	
ZrH <sub>1,43</sub>	( $\alpha + \gamma + \delta$ )	-30,05	
ZrH <sub>1,23</sub>	( $\alpha + \gamma + \delta$ )	-25,3	
ZrH <sub>2</sub>		-38,9	
ZrH <sub>2</sub>		-29,32	-32,13
		-30,9	

Как видно из рис. 3, разложение гидроксида циркония сопровождается тремя эндоэффектами при 500, 760 и 800°C.



**Рис. 3.** Кривые дифференциально термического и термогравиметрического анализа. [3]

По ТГ кривой наблюдаем резкую потерю веса. Гидрид циркония применяется в качестве компонента ракетного топлива, в атомной технике как весьма эффективный замедлитель нейтронов. Также гидрид циркония служит для покрытия цирконием в виде тонких плёнок с помощью его термического разложения на различных поверхностях.

Несмотря на большое количество публикаций материалов различных российских и зарубежных авторов прямым или косвенным образом касающихся рассмотрения вопроса о свойствах гидрида циркония, его характеристики при термическом разложении остаются практически не изученными. Кроме того, наблюдаются некоторые расхождения в определении энтальпии и энтропии превращений гидрида циркония с высокой ионизацией.

Практически отсутствует информация о калориметрических исследованиях фазовых превращений сплавов системы цирконий–водород. Поэтому дальнейшее развитие исследования предполагает экспериментальное исследование калориметрических эффектов при диссоциации нагретых гидридов циркония.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маккей К. Водородные соединения металлов. Изд-во: М.: Мир. 1968. 244 с.
2. Zuzek E., Abdata J.R. The H-Zr (Hydrogen-Zirconium) System. // Bulletin of Alloy Phase Diagrams Vol. 11 No. 4 1990 P.386.
3. Долуханян С. К., Алексанян А. Г., Тер-Галстян О. П. Особенности формирования сплавов и их гидридов в системе Ti-Zr-H.// Химическая физика, 2007, т. 26, № 11, С.36–43.
4. Бережко П. Г., Тарасова А.И., Кузнецов А. А. Гидрирование титана и циркония и термическое разложение их гидридов.//Альтернативная энергетика и экология. 2006. №11(43). С.47–56.