



ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРИДОВ ТИТАНА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА МЕТОДОМ СВС

ЧЕРЕЗОВ Н.П., ПЕТРОВ Е. В.

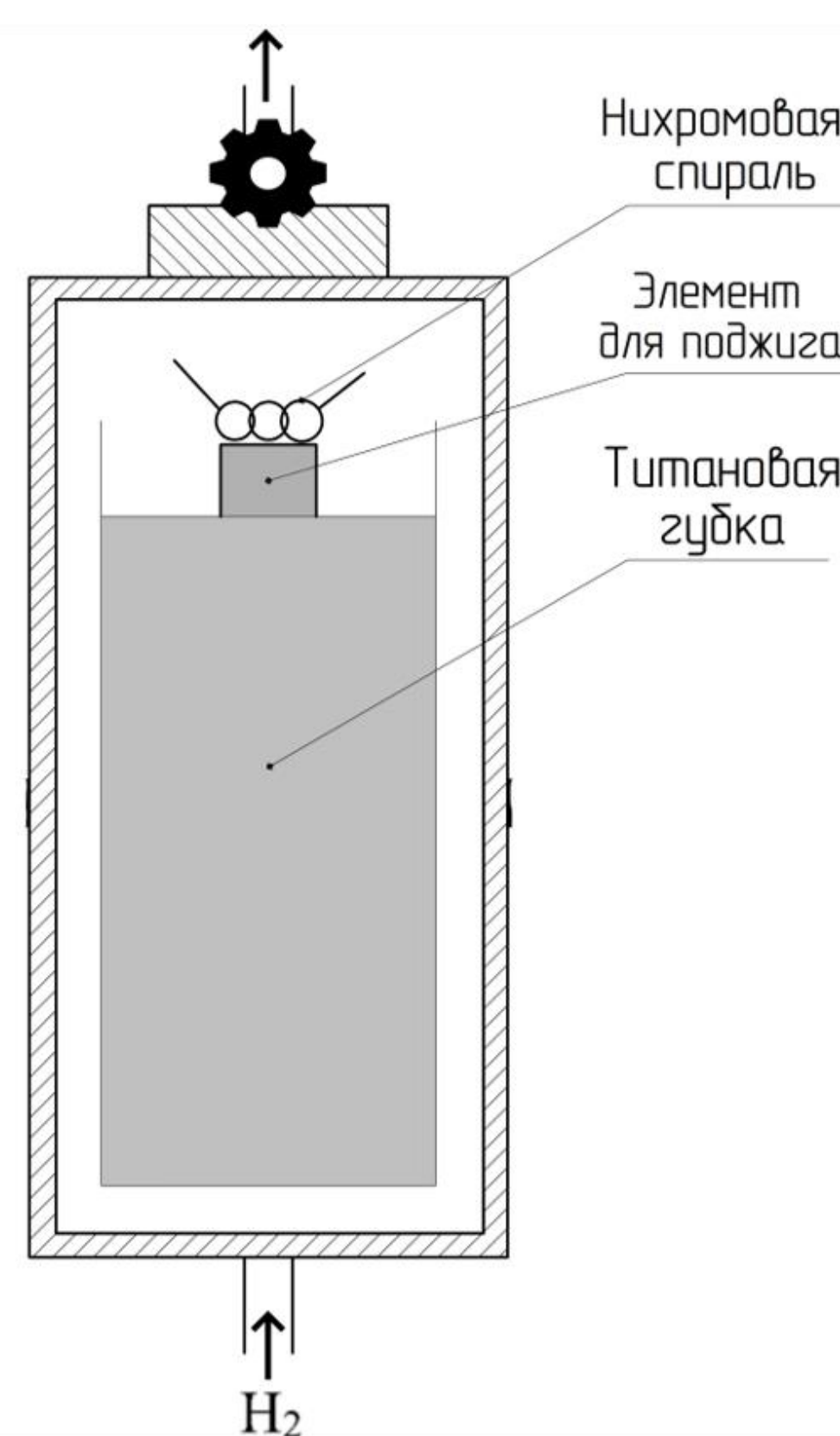
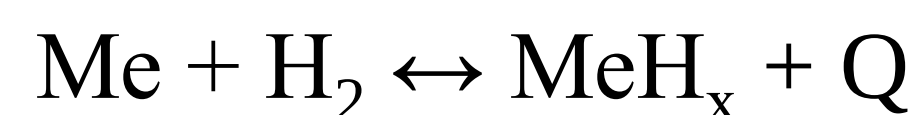
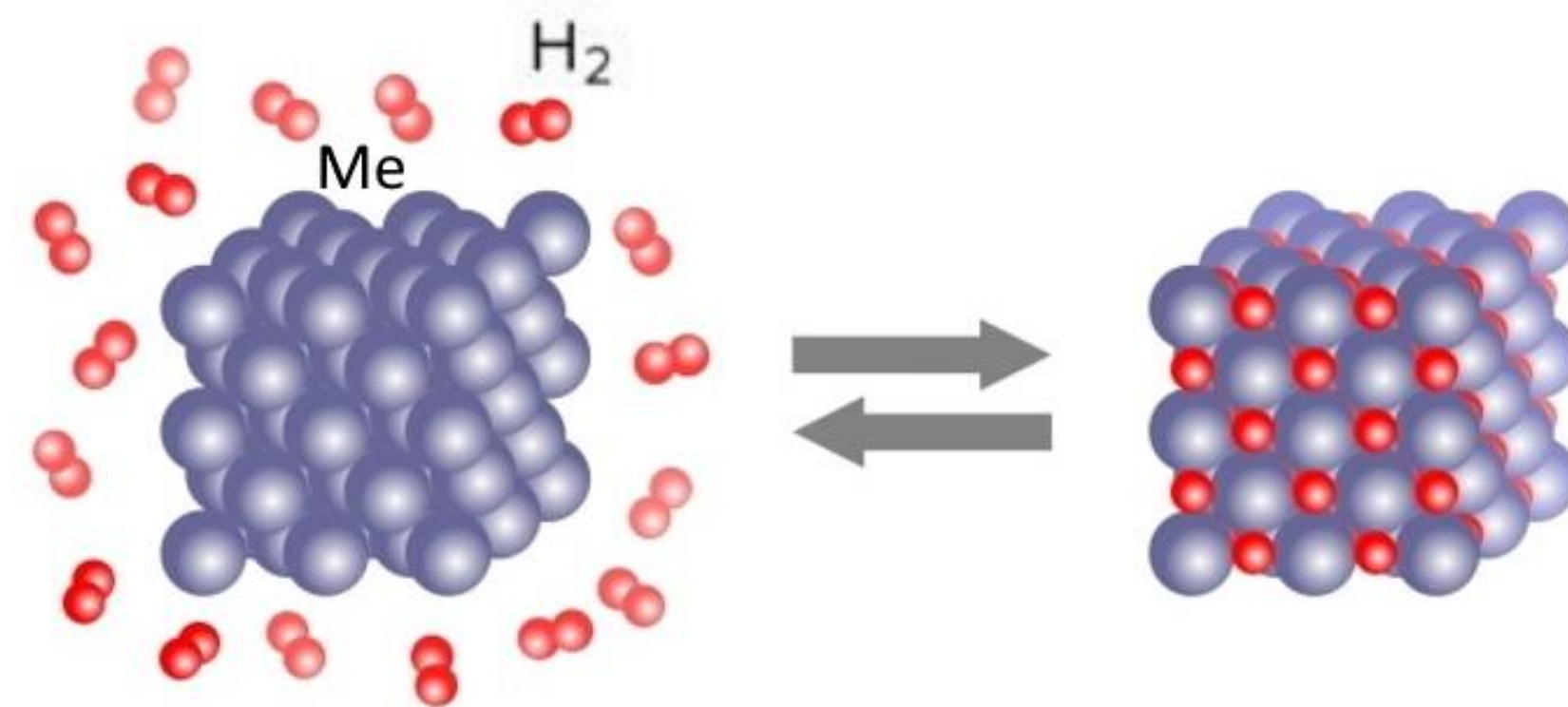
Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения

им. А.Г. Мержанова РАН, г. Черноголовка

Электронная почта: cherezovnikita@gmail.com

Введение

В настоящее время основной проблемой применения водорода в качестве источника энергии является высокая стоимость его перевозки и хранения. Это связано с очень низкой плотностью водорода в газообразном и жидком состоянии. По энергоёмкости водород почти в три раза превышает энергоёмкость бензина - 120 МДж/кг для водорода по сравнению с 44 МДж/кг для бензина. Однако по объёму ситуация обратная; жидкий водород имеет 8 МДж/л, тогда как бензин имеет 32 МДж/л. Альтернативой традиционным методам хранения и транспортировки водорода является его хранение в металлах или интерметаллических соединениях. Содержание водорода в единице объёма у многих гидридов выше, чем в единице объёма газообразного и жидкого водорода.



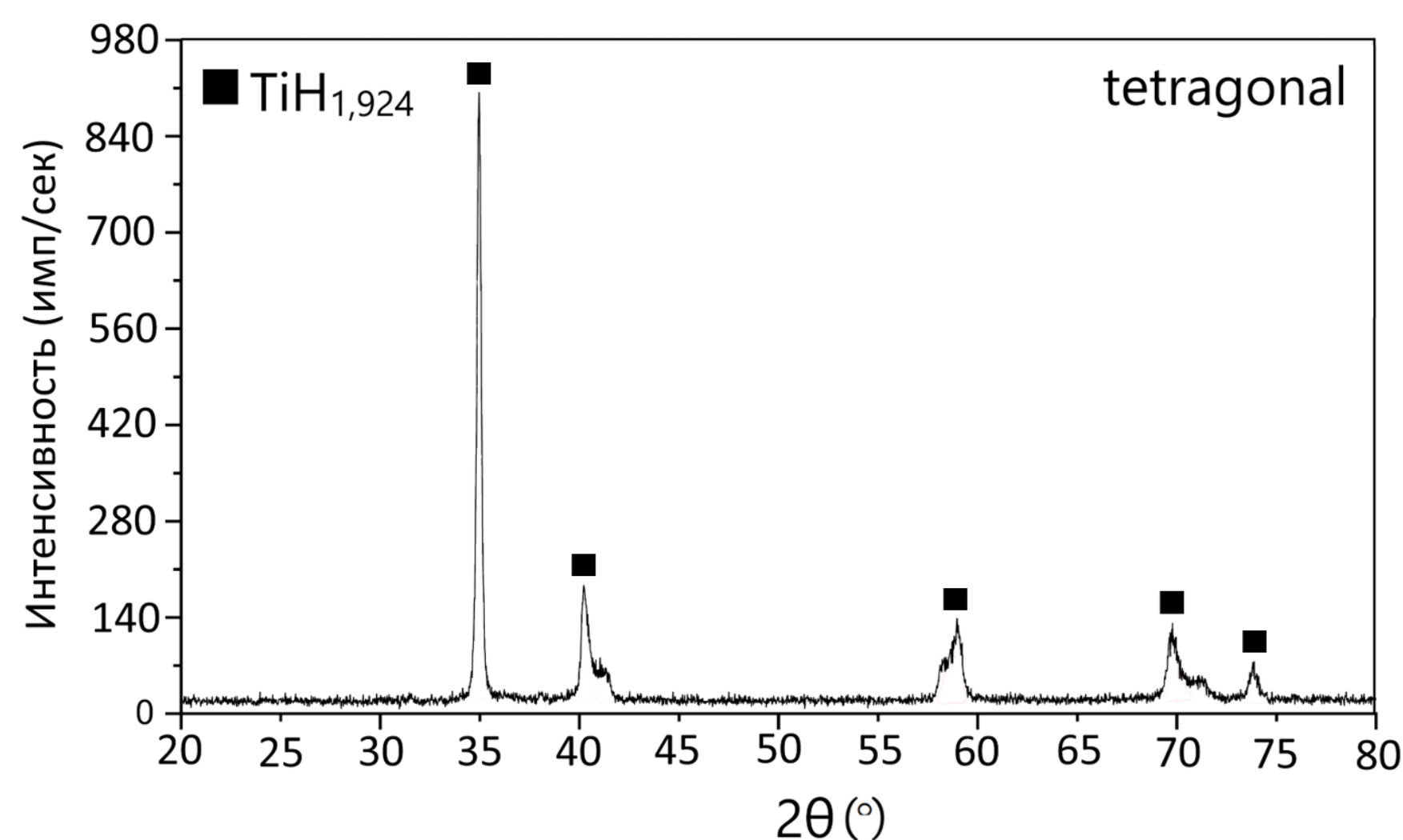
Схематическое изображение реактора СВС для гидрирования титановой губки

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) является перспективным методом для получения гидридов, поскольку традиционные методы получения гидридов трудоемки, продолжительны и многостадийны. СВС представляет собой режим протекания сильной экзотермической реакции (реакции горения), в которой тепловыделение локализовано в слое и передается от слоя к слою путем теплопередачи. Получение гидридов титана методом СВС осуществляется в реакторе высокого давления (объем 2 л). Титан в виде порошка или губки загружается в реактор, после чего в нем создается давление водорода до 30 МПа, затем осуществляется локальное иницирование реакции нагретой спиралью. Образование гидроксида титана условно можно разделить на два этапа: в первом при протекании химической реакции ($t = 10-15$ мин, $T = 700-750$ °C) происходит активация поверхности титана и адсорбция водорода, второй этап охлаждение в атмосфере водорода протекает в условиях ($t = 1-1,5$ ч, $T = 300-500$ °C) при которых происходит диффузия водорода вглубь частицы и образуется гидрид титана.

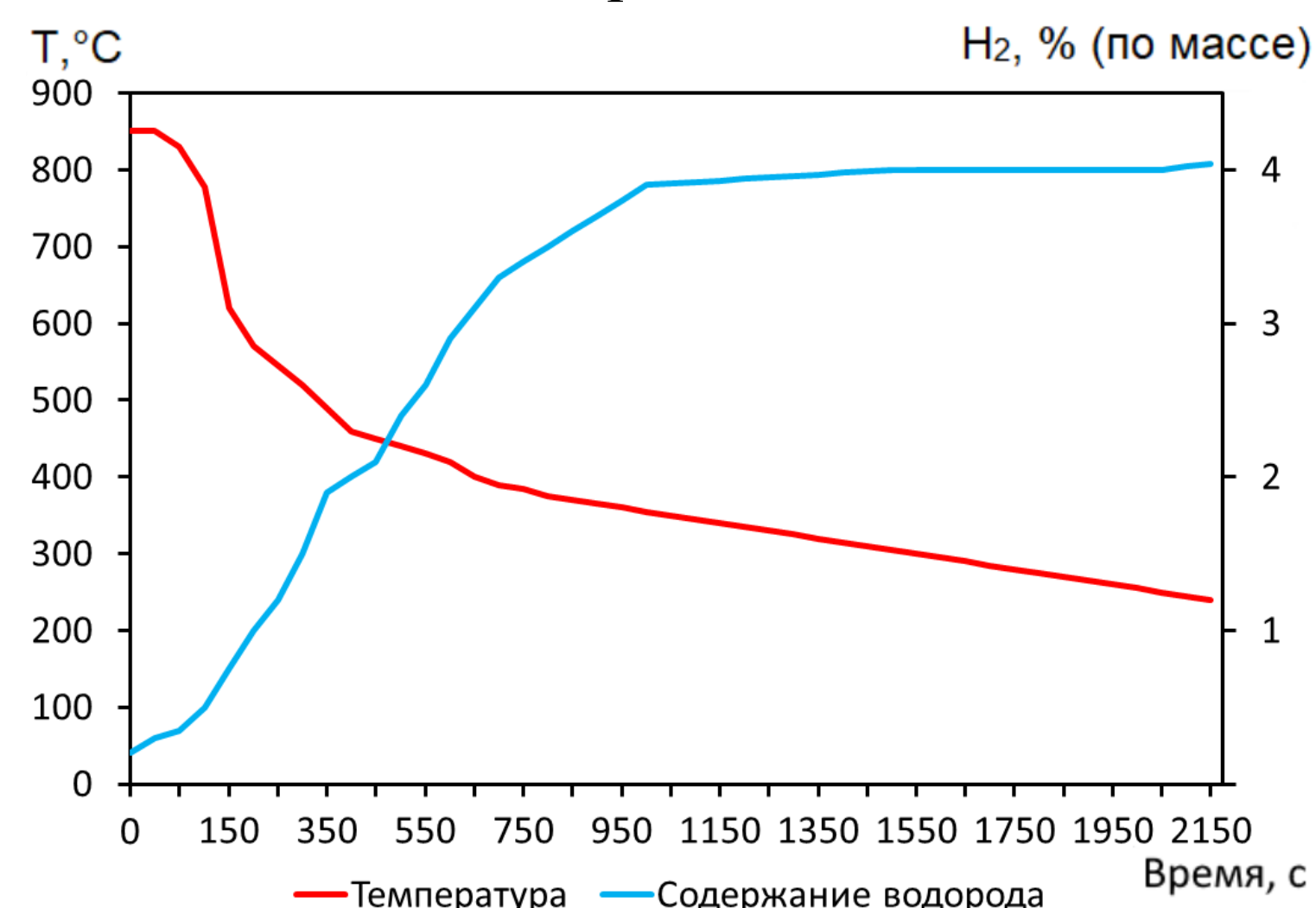
Таблица 1. Расчетные свойства некоторых веществ для хранения водорода			
Вещество	ΔH (кДж/моль)	Массовая доля водорода (%)	Плотность водорода (г/л)
Газообразный водород	—	—	0.084
Жидкий водород	—	—	70.9
LiH	-180	12.7	98
NaH	-112	4.2	58
MgH ₂	-74	7.7	109
CaH ₂	-188	4.8	93
AlH ₃	-8	10.1	149
TiH ₂	-136	4.0	152
MnH _{0.5}	-16	0.9	62
FeH _{0.5}	+20	0.9	59
PdH _{0.7}	-41	0.7	72
LaH ₂	-208	1.4	73
UH ₃	-127	1.3	137

Как видно из таблицы 1 титан обладает высокой емкостью водорода в совокупности с относительно низкой стоимостью титана, соединения на его основе перспективны в качестве материалов для эффективного хранения водорода.

Массовая доля %					
Образец	O	N	H	C	Fe
Исходный титановый образец	0,49	0,13	0,65	0,66	0,02
Титан после СВС-гидрирования	0,37	0,30	4,64	0,09	0,02



Рентгенофазовый анализ гидроксида титана полученного методом СВС



Изменение температуры и концентрации водорода в титане в процессе СВС-гидрирования титановой губки