

Н.Ф. ДОБРИЦКАЯ, аспирант, НТУ «ХПИ»,

В.Б. ТРОШЕНЬКИН, канд. техн. наук, ИПМаш НАНУ, Харьков

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ СПЛАВОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ

В данной статье изложены результаты измерений удельной поверхности алюминиевых и кремниевых сплавов. Приведены данные их полного дисперсного анализа, на основании которых рассчитан эквивалентный диаметр частиц сплавов. Установлено, что поверхность алюминиевых порошков, найденная с помощью прибора Дерягина (Д-III), совпадает с данными ВАМИ, где для определения поверхности использовался адсорбционный метод. Величины поверхностей порошков, имеющих размеры частиц более 100 мкм, должны быть уточнены на приборах типа ПСХ или Товарова (Т-3).

Ключевые слова: удельная поверхность, дисперсные сплавы, эквивалентный диаметр.

Введение. Как упоминалось ранее, наиболее эффективным способом производства водорода для автономных потребителей является силико-левый метод [1]. Этот способ основывается на способности ряда сплавов вытеснять водород из воды. Скорость выделения водорода зависит от степени измельчения сплавов. Поэтому при расчете реакторов для производства водорода из воды с помощью сплавов одной из определяющих характеристик является удельная поверхность порошка сплава. Для измерения удельной поверхности измельченных материалов широко используют методы, которые основаны на [2]:

- измерении воздухопроницаемости слоя материала при просасывании через него воздуха при давлении, близком к атмосферному;
- измерении воздухопроницаемости слоя материала при просасывании через него сильно разреженного воздуха при высоком вакууме;
- определении адсорбции мономолекулярного слоя газа на поверхности частиц материала.

Кроме того, удельную поверхность можно определить:

- вычислением по данным полного анализа дисперсного состава материала;
- сорбцией из растворов;

© Н.Ф. Добрицкая, В.Б. Трошенькин. 2013

- определением теплоты, выделяющейся при погружении в жидкость измельченного материала, частицы которого предварительно покрыты адсорбированной пленкой той же жидкости;
- хроматографическим способом;
- по скорости растворения.

Самым распространенным методом дисперсного анализа является измерение воздухопроницаемости слоя порошка. Этот метод наиболее экономичный, быстрый и не требует громоздких и дорогостоящих приборов.

Цель исследования, постановка проблемы. Целью исследований является определение удельной поверхности высокореакционных алюминиевых и кремниевых сплавов, используемых в производстве водорода. Для измерения внешней удельной поверхности порошков сплавов нами использован прибор Дерягина (Д-III) [3]. Принцип работы Д-III основан на измерении воздухопроницаемости слоя материала при просасывании через него воздуха при давлении 0,2–2 кПа. Исследуемое дисперсное тело (порошок), предварительно высушенное до постоянного веса, помещают в цилиндрическую кювету, дном которой является пористая перегородка (фильтр). Чем меньше сопротивление, оказываемое перегородкой (фильтром) течению воздуха, тем точнее опыт. Предварительно взвешенный образец насыпают в кювету ровным слоем определенной толщины. Это достигается путем встряхивания кюветы и утрамбовывания порошка. Затем производится спрессовывание порошка.

Методика измерений удельной поверхности дана в работе [4]. Поверхность определялась у следующих сплавов: алюминий активированный – Al - акт., фр. $(0,04-0,1) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2699$ кг/м³ (изготовлен в ИПМаш, г. Харьков).

Состав алюминиевых сплавов, полученных из Всероссийского алюминиево-магниевого института (ВАМИ, г. Санкт - Петербург), масс. %: АС (Si - 15–40 %; Ti - 1–3 %; Mn - 0,5–3,5 %; Zn - 0,5–1 %; Al - ост.), фракция $(0,04-0,1) \cdot 10^{-3}$ м. Для оценки плотности (ρ) использован прибор Ле - Шателье. Значение плотности сплава АС - $\rho = 2490$ кг/м³; Al 96 (Al–96 %, Sn–1 %, Cd–1 %, In–1 %, Ga–1 %), фр. $(0,16-2) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2683$ кг/м³; Al 98 (Ca – 0,8 %; Mg – 0,8 % Al – ост.), фр. $0,063 \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2685$ кг/м³; Al 85 (Bi–5 %; Sn–5 %, Cd–5 %, Al - ост.), фр. $(0,056-0,8) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 3851$ кг/м³.

Магний (Mg–99.5 %, Fe–0.35 %, Si–0.15 %) (ГОСТ 6001-79), фр. $(0,056–0,25) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 1737$ кг/м³.

Состав сплавов ферросиликоалюминия (ФСА), полученных из научно-исследовательского института металлургии (НИИМ, г. Челябинск), масс. %:

ФСА 21 (Fe–7,3%; Si–64,3%; Al–20,7), фр. $(0,056–0,8) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2632$ кг/м³;

ФСА 24 (Fe–9,2%; Si–60,4%; Al–24), фр. $(0,056 – 0,8) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2776$ кг/м³;

ФСА 19 (Fe–8,6%; Si–66,7%; Al–19,3), фр. $(0,056–0,8) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2713$ кг/м³;

ФСА 27 (Fe–8,8%; Si–64,2%; Al–27), фр. $(0,056 – 0,8) \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2749$ кг/м³.

Для сравнения приведены данные по углю марки АШ, используемом на Змиевской ТЭС, фракции $0,08 \cdot 10^{-3}$ м, $\rho = 2240$ кг/м³.

Результаты исследований. В первой серии опытов в качестве пористой перегородки использовали фильтровальную бумагу. Во второй серии опытов применяли металлическую сетку с размером ячеек 43 мкм, что соответствует требованиям руководства к прибору Д-III. Установлено, что фильтровальная бумага оказывает большое сопротивление течению разреженного воздуха, что значительно влияет на точность результатов. В связи с этим в дальнейшем в кювету перед засыпкой порошка и после его утрамбовки и спрессовки укладывался кружок из металлической сетки.

Для расчета эквивалентного диаметра и удельной поверхности был проведен полный дисперсный анализ сплавов в соответствии с ГОСТ 18318-73. Методика расчета эквивалентного диаметра изложена в [5]. Экспериментальные и расчетные данные представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1. Дисперсные составы порошков Al 85, Магний, ФСА 21, ФСА 24, ФСА 19, ФСА 27

Марка сплава		Размер ячейки сита, $\delta \cdot 10^{-3}$, м						
		0,8	0,63	0,315	0,25	0,16	0,14	0,056
Al 85	Остаток на сите, масс. %	18,7	26,1	9	10,5	-	25,3	10,4
Магний		-	-	-	63	-	33	4
ФСА 21		15	22,2	9,5	13,1	-	29,1	11,1
ФСА 24		17,1	25	7,3	11,3	0,8	27,5	11
ФСА 19		21,7	26,1	8,7	12,6	-	25,7	5,2
ФСА 27		11,2	25,5	9,3	13	14	21	6

Таблица 2. Дисперсный состав порошка сплава АС

Марка сплава		Размер ячейки сита, $\delta \cdot 10^{-3}$, м						
		0,1	0,09	0,08	0,063	0,056	0,05	0,04
АС	Остаток на сите, масс. %	30,4	22	35	4,8	4,3	1,7	1,8

Поскольку прибор рассчитан на измерение поверхности дисперсных материалов с размерами частиц до 100 мкм, то найденные значения величины поверхности порошков сплавов с размерами частичек большего диаметра имеют приближенные значения.

Таблица 3. Экспериментальные значения удельной поверхности

Название сплава	Расчетное значение диаметра частицы, $d_{э\text{кв}}$, 10^3 м	Экспериментальное значение площади поверхности, $S_{э\text{ксп}}$, $\text{м}^2/\text{кг}$
АС	0,079	120
Al-акт	0,25	39
Al 96	0,063	205
Al 98	0,075	135
Al 85	0,233	110
Магний	0,152	66
ФСА 21	0,213	44,5
ФСА 24	0,227	50,8
ФСА 19	0,227	52,5
ФСА 26	0,217	46,59
Уголь марки АШ	0,08	317

Расхождение значений удельной поверхности порошка сплава АС и угля марки АШ, имеющих примерно равные эквивалентные диаметры частиц, обусловлено способностью порошка АС к агрегированию [6]. В этом случае газ транспортируется через поры между агрегатами и удельная поверхность порошка оказывается несколько ниже действительной. Поверхность алюминиевых порошков, найденная с помощью прибора Дерягина, совпала с данными ВАМИ, где для определения поверхности использовался адсорбционный метод. Тем не менее, теоретические значения удельной поверхности, рассчитанные из зависимости $S_0 = \frac{6}{d_{э\text{кв}} \cdot \rho}$ оказались в 2–3 раза ниже экспериментальных, что, по-видимому, связано

с фактором формы частиц, степенью агрегирования порошков при уплотнении и особенностями прибора.

Заключение. В результате исследований установлено, что внешняя поверхность порошков алюминиевых сплавов находится в пределах 90–205 м²/кг, железоалюмокремниевых сплавов (ФСА) в пределах 44,5–52,5 м²/кг. Порошок магния имеет поверхность 66 м²/кг, уголь марки АШ – 317 м²/кг. Величины поверхности порошков с размерами частиц более 100 мкм должны быть уточнены на приборах типа ПСХ или Товарова (Т-3).

Список литературы: 1. Трошенькин Б.А. Циркуляционные и пленочные испарители и водородные реакторы. – К.: Наук. думка, 1985. – 176 с. 2. Коузов П.А. Основы анализа дисперсионного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – Л.: Химия, 1974. – 279 с. 3. Определение удельной поверхности порошкообразных тел по сопротивлению фильтрации разреженного воздуха / Б.В. Дерягин, Н.Н. Захаваева, М. В. Талаев, В.В. Филипповский / АН СССР Ин-т физ. химии. – М.: Изд. АН СССР, 1957. – 50 с. 4. Добрицкая Н.Ф. Метод измерения поверхности порошкообразных и гранулированных сплавов // Н.Ф. Добрицкая, В.Б. Трошенькин, Н.Н. Зипунников / Зб. наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Вісник НТУ «ХП». 2013. – № 16 (989). – С. 201–205. 5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 624 с. 6. Буланов В.Я., Кватер Л.И., Долгаль Т.В. и др. Диагностика металлических порошков. – М.: Наука, 1983. – 280 с.

Поступила в редколлегию 05.09.13

УДК 541.182.3:543

Результаты измерения удельной поверхности дисперсных сплавов, используемых для получения водорода из воды / Добрицкая Н.Ф., Трошенькин В.Б. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП», – 2013. – № 55 (1028). – С. 59–63. Бібліогр.: 6.

У даній статті викладені результати вимірювань питомої поверхні алюмінієвих і кремнієвих сплавів. Наведено дані їх повного дисперсного аналізу, на підставі яких розрахований еквівалентний діаметр часток сплавів. Встановлено, що поверхня алюмінієвих порошків, яка була знайдена за допомогою приладу Дерягина (Д-III), співпала з даними ВАМІ, де для визначення поверхні використовувався адсорбційний метод. Величини поверхонь порошків, які мають розміри часток більше 100 мкм, повинні бути перевірені на приладах типу ПСХ або Товарова (Т-3).

Ключові слова: питома поверхня, дисперсні сплави, еквівалентний діаметр.

This article presents the results of measurements of the specific surface of the aluminum and silicium alloy. The data of the full dispersed analysis are given. The calculation of the equivalent diameter of the alloy particles are based on the results of analysis Found that the surface of aluminum powder found by Deryagin device (D-III) are coincided with the data of Vserosiyskiy Aluminium Magnium Instityte where used for determination of the surface adsorption method. The value of surface of the powder having a particle size greater than 100 microns should be clarified by devices of PSH-type or Tovarov's (T-3).

Keywords: specific surface area, disperse alloys, equivalent diameter.