МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра энергетики и технологии металлов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
140211, 151001, 151002, 150202,
190201, 190601, 190202, 220301

Курган 2005

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Технология конструкционных материалов»

Составили: доцент, канд. техн. наук Дудоров В.И.
доцент, канд. техн. наук Дудорова Т.А.
доцент, канд. техн. наук Савиных Л.М.
профессор, канд. техн. наук Филинков М.Д.

Составлены на основе переработанных данных и дополненных методических указаний «Определение технологических свойств металлических порошков» / Германюк Н.В., Дудоров В.И., Юшковский А.Г. – Курган: Изд-во КМИ, 1987.

Утверждены на заседании кафедры 3 марта 2005 г.

Рекомендованы методическим советом университета
« » 2005 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Ознакомиться с технологическими параметрами металлических порошков. Освоить методику определения насыпной плотности и текучести металлических порошков.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

1. Перед выполнением задания студенты должны ознакомиться с теоретическими вопросами, касающимися его содержания, работы, изучить принцип действия приборов, используемых в работе, правила их эксплуатации.
2. К выполнению задания студент допускается только после проверки уровня его теоретической подготовки.
3. Подгруппа студентов делится на 3 бригады. Каждая бригада получает индивидуальное задание от преподавателя.
4. В процессе работы студент обязан соблюдать правила техники безопасности, эксплуатации приборов, выполнять указания преподавателя и учебного мастера.
5. После выполнения экспериментальной части студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его учебному мастеру, подготовить отчет по данной работе, защитить его у преподавателя.

ВВЕДЕНИЕ

Порошковая металлургия (ПМ) – это отрасль науки и техники, занимающаяся получением порошков металлов и металлоподобных соединений, полуфабрикатов и изделий из них или в смеси с неметаллическими порошками без расплавления основного компонента.

Первые находки кричного железа (продуктов ковки спекшейся после восстановления железной руды) относятся к XV веку до н.э. Возрождение ПМ в особый технологический метод принадлежат русским ученым П.Г. Соболевскому и В.В. Любарскому, которые в 1826 г. предложили технологию переработки самородной платины для получения платиновых порошков, их последующего прессования и спекания. Организовав выпуск платиновых монет, тиглей и других изделий, они впервые предложили и реализовали способ получения компактной платины.

В дальнейшем методы ПМ получают все большее распространение при изготовлении инструментов из тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена) и твердых сплавов, что значительно увеличило скорости обработки резанием. Освоение технологии изготовления различных порошков дало толчок к производству спеченных изделий конструкционного назначения. Методами ПМ изготовляются различные детали машин и механизмов, фасонные изделия и т.д. из обычных материалов, но с более высокими технико-экономическими показателями. Например, при изготовлении деталей методом ПМ потери материалов составляют 5-10%, тогда как при обработке резанием они достигают 60% и более, кроме того, методы ПМ позволяют изготовлять материалы, которые традиционными способами получить практически не удается. Например, пористые материалы, фрикционные, антифрикционные, инструментальные, материалы со специальными физическими свойствами и др. могут быть изготовлены только методами ПМ.

ПМ позволяет эффективно утилизировать отходы металлообрабатывающей промышленности.

Важной отраслью ПМ является производство металлических порошков для непосредственного их использования в качестве красок, пиротехнических и взрывчатых смесей, для сварочных материалов и т.д. Непрерывно расширяется применение порошков металлов, сплавов и соединений для создания коррозионно- и эрозионностойких покрытий, а также для восстановления изношенных деталей.

Однако следует отметить недостатки ПМ. Прежде всего это ограниченность в выборе форм и размеров изготавливаемых изделий и заготовок, высокая стоимость исходных порошков и инструмента для формирования заготовок. Экономически выгодной ПМ становится в условиях массового производства. Особенно это касается различных машиностроительных деталей, получаемых на основе железного порошка. Методы ПМ позволяют получать принципиально новые материалы и изделия с особыми, специфическими свойствами при значительно меньших затратах на их производство.

Для изготовления качественных изделий методами ПМ порошки должны обладать необходимыми физическими, химическими и технологическими свойствами.

Химический состав определяется содержанием в материале порошка основного металла, других элементов, примесей газов и их соединений.

Физические свойства ПМ характеризуются формой частиц, их размерами и гранулометрическим составом, удельной поверхностью, плотность и микротвердостью.

Технологические свойства характеризуются насыпной плотностью, текучестью, прессуемостью (уплотняемостью и формуемостью).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ

Знание насыпной плотности ($\gamma_н$) необходимо при конструировании прессформ, т.к. дозировка порошков при прессовании в большинстве случаев осуществляется по объему. Весовое дозирование применяется редко, потому что при этом способе снижается производительность процесса формирования изделий.

При объемном дозировании соблюдение постоянства насыпной плотности является необходимым условием для обеспечения заданных геометрических размеров и плотности сформированной заготовки.

Насыпная плотность является объемной характеристикой и представляет собой единицу массы в объеме свободно насыпанного порошка. Величина насыпной плотности зависит от плотности материала порошка, физических свойств порошка (размера, состояния поверхности, формы, гранулометрического состава), влажности и характеризует плотность укладки частиц.

Насыпная плотность тем больше, чем правильней форма частиц (в виде шара, цилиндра, параллелепипеда). Наличие выступов и неровностей затрудняет взаимное перемещение частиц, поэтому порошок с негладкой поверхностью обладает меньшей насыпной плотностью. Наличие тонких фракций в порошке увеличивает насыпную плотность ввиду заполнения мелкой фракцией промежутков (пор) между крупными частицами.

Большое влияние на насыпную плотность порошка оказывают вибрационные колебания, которые обеспечивают более плотную укладку частиц ввиду уменьшения трения между ними. Метод определения насыпной плотности стандартизирован (ГОСТ 19440-74). Для этого используется прибор волюмометр (рис.1), который представляет собой прямоугольный корпус I с внутренними полочками 2,

наклоненными под углом 60º к горизонтальной плоскости. Сверху над корпусом закреплена приемная воронка 3, через которую засыпается порошок, а снизу – направляющая воронка 4, под которой расположена мерная емкость.

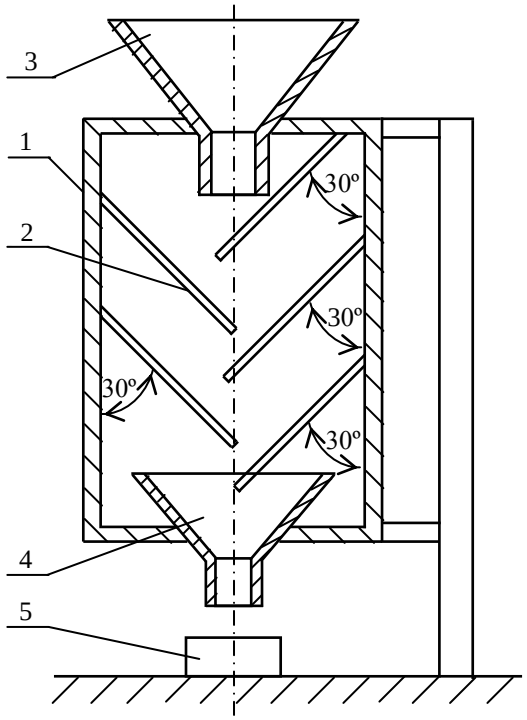

Рис. 1. Волюмометр:
1 – кожух, 2 – полочки, 3 – приемная воронка,
4 – направляющая воронка, 5 – мерная емкость.

Исследуемый порошок, пересыпаясь по полочкам 2, взрыхляется, заполняет мерную емкость 5 свободной засыпкой. Насыпную плотность, г/см^3, определяют по формуле

$$\gamma_H = \frac{P_2 - P_1}{V_1}, \qquad (1)$$

где γ_H - насыпная плотность, г/см^3; P_1 - масса мерной емкости, г; P_2 - масса мерной емкости с порошком, г; V_1 - объем мерной емкости, см^3.

Перед определением насыпной плотности металлический порошок должен быть просушен в сушильном шкафу при температуре 110 ± 5ºС до постоянной массы и охлажден до комнатной температуры в эксикаторе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЧЕСТИ ПОРОШКА

Текучесть порошка (τ) – это способность его к пересыпанию.

Текучесть порошка является очень важной характеристикой для правильного конструирования прессформ и устройств, чтобы порошок быстро и непрерывно подавался в рабочую полость и заполнял ее полностью.

Особенно важную роль играет текучесть при автоматическом прессовании, когда скорость заполнения прессформы порошком определяет производительность пресса.

Текучесть порошка зависит от многих факторов: плотности, гранулометрического состава, формы и состояния поверхности частиц, влажности и т.д.

Основным фактором является трение и сцепление частиц между собой, затрудняющее их взаимное перемещение.

С уменьшением размера частиц текучесть при прочих равных условиях уменьшается, т.к. мелкие частицы имеют большую удельную поверхность.

Порошки со сложной и шероховатой поверхностью частиц обладают малой текучестью.

Влажность снижает текучесть.

Воздействие вибрационных колебаний уменьшает трение между частицами, поэтому текучесть увеличивается.

Метод определения текучести порошка стандартизирован (ГОСТ 20899-75).

Текучесть порошка определяется массой порошка, вытекающего из отверстия прибора за одну секунду.

Прибор для определения текучести состоит из воронки 1 (см.

рис.2), закрепленной на штативе 2 вертикально. В донной части воронки имеется калиброванное отверстие 3 и шторный затвор 4.

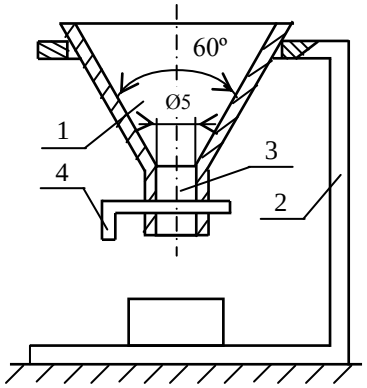

Рис. 2. Прибор для определения текучести порошка:
1 – воронка, 2 – штатив, 3 – калиброванное отверстие, 4 – шторный затвор.

Просушенная порция порошка засыпается в воронку, открывается шторный затвор и одновременно включается секундомер, определяя время вытекания порции порошка.

Текучесть, г/с, определяется отношением массы порции порошка, засыпанной в воронку прибора, ко времени вытекания порошка из калиброванного отверстия воронки.

$$\tau = \frac{P}{t}, \qquad (2)$$

где τ - текучесть порошка, г/с; P - масса порции порошка, г; t - время вытекания порции порошка, с.

Перед определением текучести металлический порошок должен быть просушен в сушильном шкафу при температуре 110±5ºС до постоянной массы и охлажден до комнатной температуры в эксикаторе.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определение насыпной плотности (γ_H) производится для четырех видов порошков.

Физические характеристики порошков сообщаются преподавателем.

1.1. Мерную емкость протереть чистой салфеткой, взвесить и записать в таблицу 1 ее массу $P_{емк}$ (г).

1.2. Произвести замер высоты H (см), внутреннего диаметра d (см) мерной емкости, вычислить ее объем и записать в табл.1.

$$V_{емк} = \frac{\pi d^2 \cdot H}{4}, \text{ см}^3.$$

Таблица 1

№ фракции	Размер частиц порошка (фракции)	Масса порошка с емкостью, г $P = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$	Масса емкости, г $P_{емк}$	Средняя масса порошка, г $P_{ср} = P - P_{емк}$	Объем емкости, см^3 $V_{емк}$	Насыпная плотность $\gamma_{H_{ср}} = \frac{P_{ср}}{V_{емк}}$	Форма частиц
1	0,071-0,10	P_1=					Неправильная (осколочная)
		P_2=					
		P_3=					
2	0,10-0,16	P_1=					
		P_2=					
		P_3=					
3	0,16-0,20	P_1=					
		P_2=					
		P_3=					
4	0,40-0,315	P_1=					Правильная (шаровидная)
		P_2=					
		P_3=					

1.3. Установить мерную емкость под направляющую воронку 4 волюмометра, в приемную воронку 3 небольшими порциями засыпать исследуемый порошок до заполнения мерной емкости с избытком. При помощи пластинки удалить избыток порошка из мерной емкости так, чтобы она была заполнена порошком до края. С целью исключения уплотнения порошка при удалении избытка пластинку необходимо установить вертикально, а мерную емкость не встряхивать.

Взвесить мерную емкость с порошком, определив P (г) по формуле (1), г/см^3 определить насыпную плотность порошка для каждой фракции.

Опыт выполнить по три раза для каждого порошка, найти средние значения $\gamma_{H_{ср}}$. Результаты опыта записать в табл. 1.

2. Определение текучести (τ) производится для четырех видов порошков при помощи воронки с калиброванным отверстием.

Физические данные порошков сообщаются преподавателем.

2.1. Определение массы P_1 мерной емкости производить так, как это было описано в п. 1.1.

2.2. Определение текучести порошка производить следующим образом. Закрыть шторный затвор воронки и высыпать порошок, взвешанный по п. 1.3. для определения насыпной плотности, из мерной емкости в воронку. Установить мерную емкость под воронку, открыть затвор и одновременно включить секундомер. После истечения порошка из воронки остановить секундомер. Определить время t истечения порошка из воронки.

Взвесить мерную емкость с порошком, определив $P_{емк}$ по формуле $\tau = \frac{P - P_{емк}}{t}$, г/с, определить текучесть порошка для каждой фракции порошка.

2.3. Опыт выполнить по три раза для каждой фракции порошка, найти среднее значение $\tau_{ср}$ для каждой фракции порошка, $\tau_{ср} = \frac{P_{ср}}{t_{ср}}$ результаты опытов записать в табл. 2.

Таблица 2

№ фракции	Масса порошка, г	Средняя масса порошка, г $P_{ср} = \frac{P - P_{емк}}{3}$	Время истечения порошка, с t	Среднее время, с $t_{ср} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$	Текучесть порошка, г/с $\tau_{ср} = \frac{P_{ср}}{t_{ср}}$	
1	P_1-$P_{емк}$=		t_1=			Неправильная (осколочная)
	P_2-$P_{емк}$=		t_2=			
	P_3-$P_{емк}$=		t_3=			
2	P_1-$P_{емк}$=		t_1=			
	P_2-$P_{емк}$=		t_2=			
	P_3-$P_{емк}$=		t_3=			
3	P_1-$P_{емк}$=		t_1=			
	P_2-$P_{емк}$=		t_2=			
	P_3-$P_{емк}$=		t_3=			
4	P_1-$P_{емк}$=		t_1=			Правильная (шаровидная)
	P_2-$P_{емк}$=		t_2=			
	P_3-$P_{емк}$=		t_3=			

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполнять на отдельных листах. На первой странице оформить титульный лист (см. образец в приложении).

Текстовую часть отчета выполнять чернилами (пастой), рисунки, графики – карандашом.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.

2. Технологические параметры порошковых материалов (перечислить технологические параметры, дать их определения, указать

факторы, влияющие на технологические параметры, обосновать необходимость знания γ_H и τ).

3. Определение насыпной плотности γ_H (описать технологию процесса определения γ_H , выполнить эскиз волюмометра, привести физические параметры исследуемых порошков и исходные данные P_1, H, d, V, P_2), результаты экспериментальных данных и их обработки представить в таблицах.

4. Определение текучести τ (описать технологию процесса определения τ , выполнить эскиз прибора, привести физические параметры исследуемых порошков и исходные данные по размерам частиц порошка (№ фракции)), результаты экспериментальных данных и их обработки представить в табл. 2 (см. образец).

5. Выводы:

Обобщить результаты экспериментов, объяснить характер изменения насыпной плоскости и изменения текучести для различных размеров частиц порошка.

Дать объяснения о влиянии формы частиц (их удельной поверхности) на насыпную плоскость и текучесть порошков.

Отметить важность определения этих технологических свойств при производстве изделий из порошков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1980. – 296 с., ил.

2. Радомысельский И.Д., Ясь Д.С., Павленко В.И. Производство и использование порошковых деталей в легкой промышленности. – Киев: Техника, 1982. – 175 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра энергетики и технологии металлов

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе
«Определение технологических свойств
металлических порошков»

Студент группы _____
(шифр группы)

_____
(Ф.И.О.)

Руководитель _____
(Ф.И.О.)

Курган 2005

Владимир Иванович Дудоров
Татьяна Александровна Дудорова
Леонид Михайлович Савиных
Михаил Дмитриевич Филинков

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ**

Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
140211, 151001, 151002, 150202,
190201, 190601, 190202, 220301

Редактор Н.А. Леготина

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Заказ	Усл. п.л.1,0	Уч. изд. л. 1,0
Печать трафаретная	Тираж 250	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.