

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ТЕМА: «Определение насыпной плотности шихты» (4 часа)

1.1 Аппаратура и материалы:

1. Установка для определения насыпной плотности ГОСТ 19440-74;
2. Весы РМ2000;
3. Плоскопараллельная плитка-калибр с установочным размером 25 мм*;
4. Линейка металлическая 100 мм;
5. Шихта (порошок), 100 г.

КП	ПЖРВ	ПМС-Н
----	------	-------

1.2 Основные теоретические сведения

Технологические свойства шихты - свойства шихты, определяющие выбор способов и режимы транспортировки, дозирования, прессования, спекания и других переделов или операций технологического процесса. Как правило, технологические свойства шихты одного и того же материала, но разных партий отличаются друг от друга. Всё это требует постоянного контроля за технологическими свойствами и обычно в цехах порошковой металлургии имеется специальная лаборатория постоянно наблюдающая за изменением свойств порошков от партии к партии, а если партии большие и их переработка длится более одной смены – то и за изменением свойств шихты в течение смены или суток.

Шихта является сыпучим материалом. Частицы, образующие структуру сыпучего материала, имеют друг с другом различную связь, зависящую от *формы частиц, их формы, влажности и других факторов, составляющих технологические свойства шихты*. Знания размеров частиц, свойств материала частиц, их формы и состава смеси недостаточно для полного определения свойств порошковой массы и её возможного поведения при проведении технологических операций. Поэтому проводят различные испытания, имитирующие отдельные операции по переработке порошков. Такие испытания позволяют технологам судить о пригодности порошка для изготовления изделий.

Технологические свойства шихты – это:

- влажность;
- насыпная плотность;
- гранулометрический состав;
- текучесть;
- зависание (сводообразование);
- прессуемость;
- спекаемость и усадка;
- угол естественного откоса;
- связность и слёживаемость;
- сегрегация.

					МиТОМ.ОМ.Лр.№1.2021.Отчет			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Выполнил	Канчер Р.В.				Лабораторная работа №1 «Определение насыпной плотности шихты»	Лит.	Лист	Листов
Проверил	Астапенко И.В.						1	6
						ГГТУ им. П.О. Сухого гр. МЛ-21		

Насыпная плотность – это отношение массы порошка при свободной насыпке к его объёму.

Величина ей обратная – это *насыпной объём*.

Насыпная плотность зависит от:

- действительной плотностью материала порошка;
- размера и формы частиц;
- гранулометрического состава;
- свойств поверхности частиц и ещё многих факторов.

Гранулометрический состав – это характеристика распределения частиц порошка по размерам, которая показывает из частиц какого размера и в каких долях составлена данная партия порошка. Интервал размеров частиц называют фракцией.

Размер частиц порошка является важнейшей характеристикой, обязательно оговариваемой в технических условиях.

От крупности порошков, в сочетании с другими характеристиками, зависят:

- удельное давление прессования,
- усадка при спекании;
- насыпной вес порошка;
- конструкция пресс-форм;
- механические свойства готовых спеченных изделий.

Чем мельче порошки, тем больше нужно давление прессования (для достижения заданной плотности), зато тем больше прочность прессовки, тем ниже требуемая температура спекания и тем прочнее готовые (спеченные) изделия.

Весьма интересна зависимость усадки при спекании от крупности порошка, наблюдаемая у порошков черных и цветных металлов: мелкие порошки дают при спекании усадку (уменьшение размеров, объемное сжатие), крупные показывают рост (увеличение размеров, объемное расширение).

Комбинируя в известных пропорциях различные фракции крупности порошка, можно получить шихту, с незначительной усадкой

Как и текучесть, насыпную плотность невозможно нормировать, но ГОСТ определяет единую методику определения насыпной плотности.

Насыпная плотность, как технологический фактор:

- определяет объём пресс-формы, необходимый для заполнения её при свободной засыпке;
- высоту подъёма верхнего пуансона;
- размеры бункера пресса и ёмкостей для хранения заданного количества порошка;
- усадку при спекании, поскольку она зависит от гранулометрического состава смеси.

Чем меньше насыпная плотность, тем больше усадка и искажения формы спечённого изделия.

Смешивая порошки различной насыпной плотности, можно получить безусадочную шихту, вернее – шихту с минимальной усадкой.

Применение порошка постоянной насыпной плотности обеспечивает постоянство усадки и постоянство размеров спечённых изделий. Это особенно важно при объёмном дозировании во время прессования.

Одновременно следует отметить, что при одинаковой насыпной плотности порошки могут иметь различный ситовый состав, форму частиц, прессуемость, текучесть и т.д.

					МиТОМ.ОМ.Лр.№1.2021.Отчет	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Очень тонкие порошки при определении этой массы засыпают в мерный сосуд по специальным стеклянным пластинам (прибор называется **волюмометр Скотта**).

Степень укладки частиц порошка в засыпке определяется их формой, размерами и гранулометрическим составом.

Насыпной объем зависит главным образом от взаимного расположения частиц порошка, контактов и сцепления между частицами, а также от междучастичных полостей (в эти полости могут попадать более тонкие частицы).

Иногда возможно правильное расположение частиц.

Насыпная плотность порошков со сферическими частицами (например, распыленных) больше, чем с угловатыми. Порошки со сферическими частицами менее склонны к образованию мостиков (связок) и вследствие относительно хорошей текучести сравнительно плотно располагаются в засыпке.

Их насыпная плотность может составить до 50 % плотности соответствующего компактного вещества. Крайне низки насыпные плотности чешуйчатых порошков, составляющие иногда ~ 10 % плотности компактной массы. Меньшие частицы тех же материалов из-за их большей удельной поверхности (и более сильного трения) обладают меньшей насыпной массой, чем более крупные частицы.

Плотность укладки определяется всей совокупностью физических свойств порошка. Чем крупнее и чем более компактную и правильную форму имеют частицы порошка, тем больше будет насыпная плотность; однако большее значение имеет не абсолютный размер частиц, а соотношение частиц разных размеров (кривая распределения зернистости).

Например, независимо от абсолютного размера, одинаковые шары имеют постоянный коэффициент заполнения объема; комбинируя же шары разной величины, можно добиться значительного увеличения плотности — в предельном случае — до 100%. Если для идеальных частиц правильной формы возможно путем математического расчёта определить оптимальные соотношения и абсолютные значения размеров частиц, обеспечивающих получение заданной пористости, то для практически применяющихся порошков это невозможно. Более того, как показывает практика, зная насыпные веса двух порошков, нельзя при значительном их различии заранее с достаточной точностью предугадать насыпной вес смеси.

Например смесь 1:1 порошков одного и того же металла с насыпными весами 1,0 г/см³ и 2,0 г/см³ имеет насыпной вес не 1,5 г/см³, а 1,7—2,0 г/см³; при еще большем различии насыпной вес смеси может быть даже выше, чем у более тяжелого порошка. Состояние поверхности порошка также имеет значение: частицы с гладкой «скользящей» поверхностью, естественно, укладываются плотнее, чем шероховатые, покрытые окисными пленками.

Таким образом определение насыпной плотности позволяет косвенно учитывать такие факторы, которые не поддаются прямому количественному определению, но оказывают влияние на технологические свойства порошка.

Насыпная плотность является чрезвычайно важной характеристикой, и ряд свойств порошка связан с насыпной плотностью простыми количественными отношениями.

Прежде всего, насыпная плотность (или точнее насыпной объем) учитывается при конструировании пресс-форм и выборе пресса.

					МиТОМ.ОМ.Лр.№1.2021.Отчет	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Рассмотрим следующий пример: пусть требуется спрессовать цилиндр высотой 40 мм с пористостью 15% из медного электролитического порошка с насыпным весом 1,2 г/см³. Плотность цилиндра будет $8,93 \times 0,85 = 7,61$ г/см³, степень сжатия порошка $\text{Error!} = 6$ высота контейнера $6 \times 40 = 240$ мм и ход плунжера прессы $(6-1) \times 40 = 200$ мм. Если же взять для прессования гранулированный медный порошок с насыпным весом 2,8 г/см³, то степень сжатия будет $\text{Error!} = 2,5$, высота контейнера потребуется равной $\frac{6;2}{5} = 2,4$ и ход плунжера $1,5 \times 40 = 60$ мм.

Дозировка порошка для прессования производится в большинстве случаев объемным методом, при этом соблюдение постоянства насыпного веса является совершенно необходимым условием.

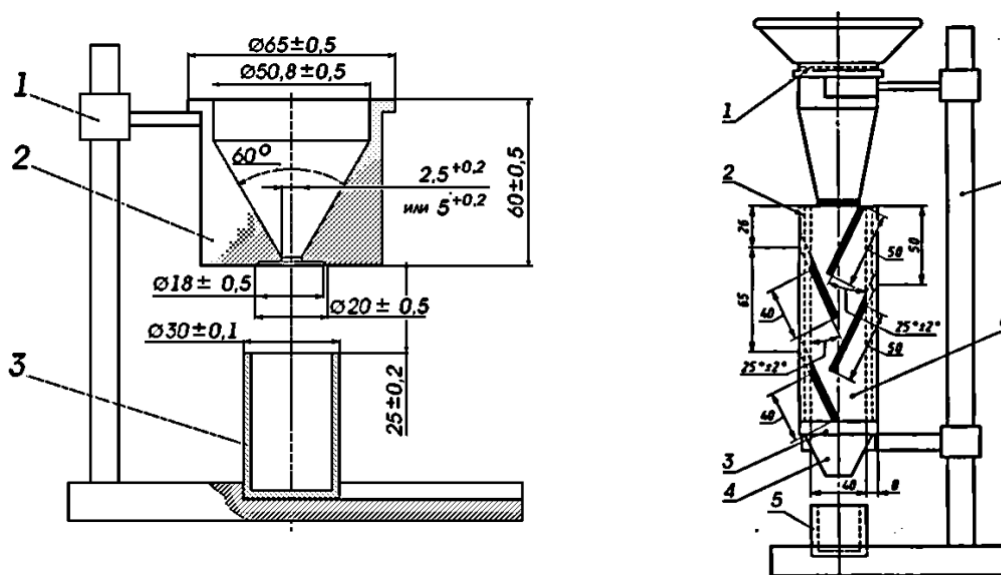


Рисунок 1.1 – Воронка для определения насыпной плотности: 1 – стойка, 2 – воронка, 3 – сосуд-приёмник; и волюмометр Скотта (справа): 1- латунное сито, 2 – сторона коробки из стекла, 3 – переходник, 4 – нижняя квадратная воронка, 5 – приемная ёмкость, 6 – боковые стороны коробки из дерева или пластмассы, 7 – стойка.

В производстве обычно задаются точными размерами детали и допусками по плотности. Пусть, например, объем детали (спрессованной из железного порошка со средним насыпным весом 2,0 г/см³) равен 20 см³, плотность же $\square\square$ задана в пределах 75—85%. Тогда средний вес детали $P \approx 126$ г, допустимые колебания веса (в соответствии с допусками по плотности) составляют $\pm 7,5$ г. Отсюда объем мерки будет $\text{Error!} = 63$ см³, а допустимые пределы колебаний насыпного веса:

$$\text{максимум} = \frac{126+7}{5;63} \approx 2,12 \text{ г/см}^3 \text{ и}$$

$$\text{минимум} = \frac{126-7}{5;63} \approx 1,88 \text{ г/см}^3.$$

1.3 Выполнение работы

Принцип работы установки для определения насыпной плотности

Установка для определения насыпной плотности показана на рис.1.2.

Порядок работы по ГОСТ 19440 при измерении насыпной плотности следующий:

					МиТОМ.ОМ.Лр.№1.2021.Отчет	Лист 4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вначале взвешивают пустую сухую мерку (стакан) 3. Мерку подставляют под отверстие в воронке дюзы 2 и устанавливают расстояние между нижним краем воронки и верхним обрезом мерки равным 25 мм при помощи контрольной плоскопараллельной плитки. Затем сухим пальцем снизу закрывают отверстие $D = 5$ мм воронки, заполняют её сухим порошком, открывают отверстие и дают порошку истечь в мерную калиброванную емкость. Ребром линейки одноразовым движением, не оказывая давления на поверхность порошка и не встряхивая его, снимают "верх". Для удобства переноски мерки с порошком на весы после выравнивания поверхности порошка слегка постукивают по внешней поверхности мерки, чтобы порошок слегка осел и не рассыпался при перемещении. Мерку с порошком взвешивают с точностью до 0,05 г, от веса заполненной порошком мерки вычитают вес мерки, определённый ранее, и чистый вес порошка делят на объем калиброванной емкости ____ см^3 . Определение выполняют на трех порциях каждого испытуемого порошка.

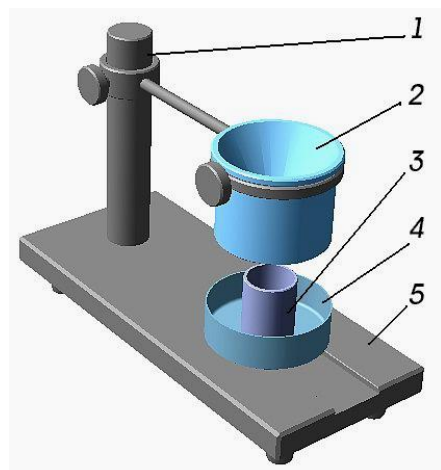


Рисунок 1.2 - Установка для определения насыпной плотности. 1 – штатив (стойка), 2 – дюза с калиброванным отверстием $\varnothing 5$ мм, 3 – мерная ёмкость объёмом ____ см^3 . 4 – контрольная плоскопараллельная плитка, 5 – отверстие $D = 5$ мм воронки.

Порядок выполнения работы

Насыпную плотность определяют в порядке, описанном в п.1.3., затем по формуле:

$$\gamma_{\text{нас}} = \frac{G_2 - G_1}{V} \text{ кг/м}^3, \quad (1.1)$$

где - G_1 - масса мерки, кг; G_2 - масса мерки с порошком, кг; V - объем мерки, м^3 (____ м^3).

Испытания проводят три раза и берут среднее арифметическое.

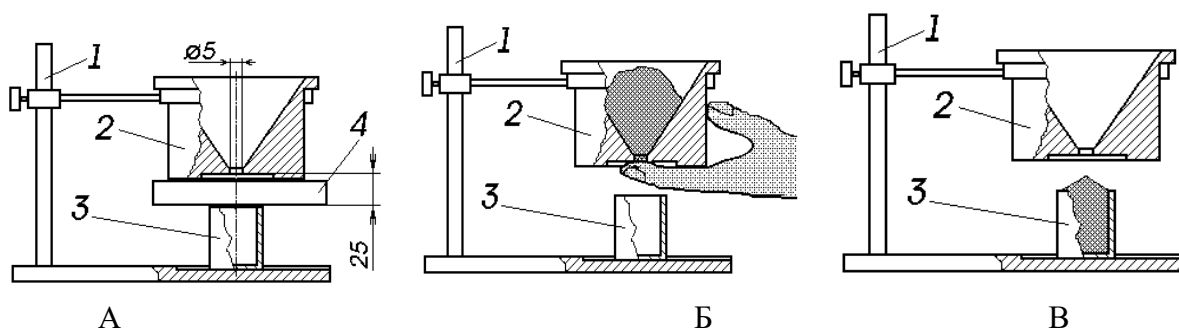


Рисунок 1.3 - Порядок определения насыпной плотности: 1 - штатив, 2 - воронка, 3 - стакан емкостью 25 см^3 , 4 – мерная плитка. А – Установка воронки на требуемой высоте над меркой, Б – Засыпка порошка в воронку, В – мерка, заполненная порошком «с верхом».

1.4 Структура отчета

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Порядок выполнения работы;
5. Расчет насыпной плотности шихтовых порошков по результатам испытаний.

МиТОМ.ОМ.Лр.№1.2021.Отчет					Лист
					5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Отчет должен содержать краткое описание технологических характеристик порошковых материалов, с указанием значения определения насыпной плотности при изготовлении деталей из порошков и порядок выполнения работы. В отчёте должен содержаться протокол испытаний.

В протоколе записываются: описание порошка (шихты), материал порошка, фракционный состав, характеристика формы частиц (гранул) по паспортным данным и даётся таблица измерений, шапка которой приведена ниже.

Номер измерения	Тип шихты	Масса порошка, г	Насыпная плотность, г/см ³	Среднее значение насыпной плотности, г/см ³
-----------------	-----------	------------------	---------------------------------------	--

Объем отчета 4-7 стр.

Отчет подписывается студентом.

1.5 Контрольные вопросы.

На защите лабораторной работы студент должен знать:

- термины и определения, выделенные жирным курсивом в теоретическом разделе 1.2;
- устройство прибора и методику измерения насыпной плотности;
- знать ответы на следующие вопросы:
 1. Для чего определяется насыпная плотность?
 2. Как насыпная плотность влияет на свойства спрессованных заготовок?
 3. Какие свойства спеченных изделий определяет насыпная плотность?
 4. Технологические свойства порошковых шихтовых материалов.
 5. Как влияют свойства порошка на насыпную плотность?

1.6 Рекомендуемая литература

1. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. Учебник. М., Металлургия, 1980, с. 198-200.
2. Порошки металлические. Метод определения насыпной плотности. ГОСТ 19440.