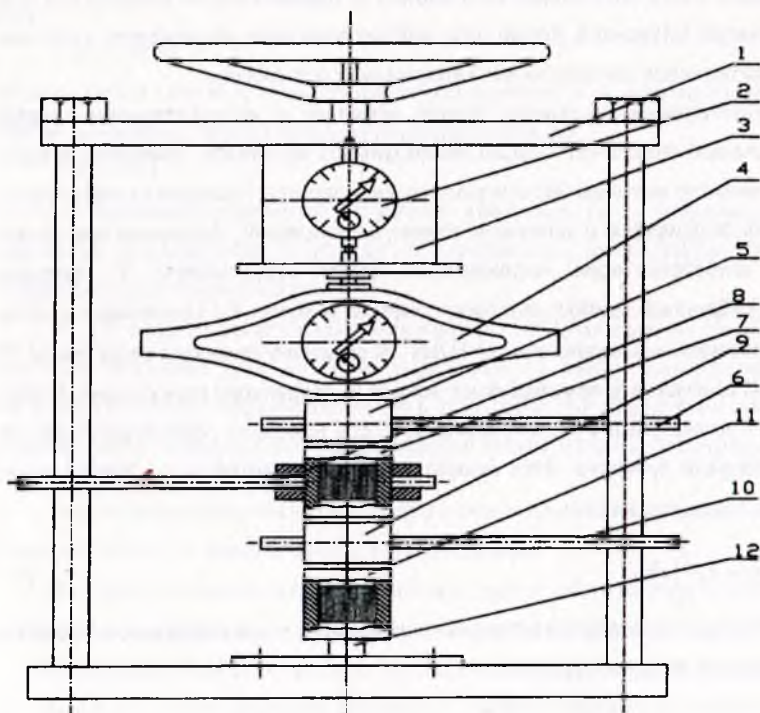


# ПРИБОР ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Доц. Пятав В.В. (ВГТУ)

В этой статье описан прибор, позволяющий измерять многие характеристики порошковых материалов. Прибор представляет собой трибометр, усовершенствованный в соответствии с изобретением [1]. Конструкция трибометра представлена на рисунке. Прибор смонтирован совместно с винтовым прессом



Трибометр для порошков

1, на котором закреплен индикатор 2, предназначенный для измерения перемещений ползуна 3. Усилие от ползуна через динамометр 4 передается на верхний пуансон 5 прибора, зафиксированный от проворота стержнем 6. Верх-

няя матрица 7 может поворачиваться при измерениях с помощью рычага 8. Средний пуансон 9 выполнен двухсторонним и тоже установлен с возможностью поворота, усилие для которого прикладывается через рычаг 10. Нижняя матрица 11 сопряжена со средним и нижним 12 пуансонами; последний неподвижно закреплен на плите пресса. Прибор снабжен комплектом матриц и пуансонов с гладкими и рифлеными поверхностями.

Трибومتر позволяет измерять коэффициенты внешнего и межчастичного трения порошковых материалов в направлении прессования и на боковых поверхностях прессформ, коэффициенты бокового давления, а также исследовать зависимость касательных напряжений от нормальных на поверхности трения и внутри материала. Кроме того, прибор позволяет исследовать уплотняемость материалов при различных напряженных состояниях.

Исследование внешнего трения проводят с использованием гладких (нерифленых) пуансонов. Порции исследуемого материала помещают в верхнюю и нижнюю матрицы (использование двух засыпок позволяет отказаться от опорного подшипника и увеличить точность измерений). Индикатор при проведении триботехнических исследований может отсутствовать. С помощью пресса собранный прибор нагружают осевым усилием  $P_z$ , создающим в материале нормальные напряжения  $\sigma = P_z / \pi R^2$ . К среднему пуансону через рычаг 10 и ручной динамометр прикладывают усилие  $F$ , создающее вращающий момент  $Fl_1$  ( $l_1$  — длина рычага 10, отсчитанная от оси прибора), обеспечивающий начало поворота пуансона. Этот момент уравнивается силой трения материала о торцы пуансона:

$$Fl_1 = 4\pi\tau \int_0^R r^2 dr \quad (1)$$

Отсюда находят касательные напряжения  $\tau$  на поверхности трения и коэффициент внешнего трения  $f$ :

$$\tau = \frac{3Fl_1}{4\pi R^3}, \quad f = \tau/\sigma = \frac{3Fl_1}{4P_z R} \quad (2)$$

Исследование трения на боковой поверхности прессформы проводят с помощью пуансонов, имеющих рифленые торцы, что исключает нежелательный в этом случае проворот материала. Прибор собирают согласно рисунку без

материала. Средний пуансон 9 и нижняя матрица 11 могут отсутствовать, тогда верхняя матрица 7 сопрягается с нижним пуансоном 12.

При сведенных пуансонах 5 и 12 устанавливают нуль на индикаторе 2, для этого удобно использовать концевые меры. Затем снимают верхний пуансон и в матрицу 7 засыпают порцию материала. С помощью прессы прикладывают необходимое давление, дают выдержку для выхода газов и корректируют установленное давление. Затем через рычаг 8 и ручной динамометр прикладывают усилие, необходимое для проворота матрицы. Приложенный вращающий момент уравнивается трением материала о боковую поверхность матрицы:

$$Fl_2 = 2\pi R^2 h \tau \quad (3)$$

где  $l_2$  — длина рычага 8, отсчитанная от оси прибора;  $h$  — высота прессовки в момент измерения. Высота прессовки определяется как

$$h = h_1 + h_2 \quad (4)$$

где  $h_1$  — показания индикатора 2 в момент измерения;  $h_2$  — деформация динамометра (определяется по паспорту или индикатору динамометра с учетом передаточного отношения его рычага).

Из (3) находят касательные напряжения, действующие на боковой поверхности прессовки. Если материал спрессован до компактного состояния (о чем свидетельствует постоянство высоты прессовки при увеличении нагрузки) то можно найти произведение коэффициентов трения и бокового давления

$$kf = Fl_2 / 2hP_z \quad (5)$$

Это произведение часто оказывается мало зависящим от давления, что позволяет упрощать аналитические преобразования.

Внутреннее (межчастичное) трение исследуют на описанном приборе как и внешнее, но с использованием рифленых элементов (пуансонов и матриц).

Описанный прибор позволяет исследовать уплотняемость материалов при разных видах напряженного состояния, что дает возможность изучать поведение ППМ при различных методах формования. Стандартная методика же предусматривает лишь испытания на неравномерное всестороннее сжатие, возникающее в результате одноосного нагружения в закрытой прессформе.

Прибор для исследований собирают согласно рис.унку. Пуансоны устанавливают рифленые, позволяющие приложить максимальные касательные напряжения. Нижний пуансон устанавливают на опорный подшипник. При све-

денных пуансонах устанавливают нуль на индикаторе 2, затем в верхнюю прессформу помещают заранее взвешенную порцию материала массой  $m$ . Прибор нагружают осевым усилием  $P_z$ , а к рычагу 10, через ручной динамометр, к среднему пуансону прикладывают усилие  $F$ , недостаточное для начала вращения. Плотность материала и напряжения в нем вычисляют по формулам

$$\rho = \frac{m}{\pi R^2 h}; \quad \sigma = \frac{P_z}{\pi R^2}; \quad \tau = \frac{F l_1}{2 \pi R^2 h} \quad (6)$$

Последовательно изменяя нормальные и касательные напряжения (изменением усилий  $P_z$  и  $F$  соответственно), снимают кривую уплотнения  $\rho = \rho(\sigma, \tau)$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1176695 СССР, МКИ В 22 F 3/02. Устройство для исследования внешнего и межчастичного трения порошка /С.С. Клименков, В.В. Пятов, К.В. Шульков //Не подлежит опубликованию в открытой печати.
2. Витязь П.А., Клименков С.С., Пятов В.В. Исследование трения металлических порошков, пластифицированных парафином /Витебск. технол. ин-т легк. пром. - Витебск, 1986.- 12 с.- Деп. в ВИНТИ № 4033.- 1987.- № 8.- С. 173.
3. Алексеев И.С., Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения порошковых материалов /В кн.: Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении: Ч. 2.- Мн.: Университетское, 1994.- С. 176-179.
4. Ковчур А.С., Пятов В.В. Исследование внешнего трения пластифицированных порошков. Сборник статей по РНТП "Охрана природы" АН Беларуси научное обеспечение республиканской комплексной программы "Охрана окружающей среды на 1991-1995 г." Изд. БГПА, Минск, 1995.