

**А.А. БОНДАРЕНКО**, канд. техн. наук  
(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРИАЛА В ВОДЕ**

Определение значений коэффициента внешнего трения зернистого материала в воде выполнено с целью разработки модели движения зернистого материала по наклонной поверхности, с учетом влияния скоростного напора несущей среды, что является важной научно-технической задачей, решение которой позволит снизить себестоимость процесса гравитационной переработки минерального сырья.

Лабораторная установка для определения коэффициента внешнего трения зернистого материала в воде (рис. 1) состоит из прямоугольного герметичного сосуда, выполненного из прозрачного материала 1, наклонного лотка 2 со сменными пластинами, регулировочного стержня 3 с винтовым стопором, транспорта 4, сливного патрубка 5. Наклонный лоток 2 имеет возможность изменения угла наклона относительно оси О при помощи регулировочного стержня 3 с винтовым стопором.

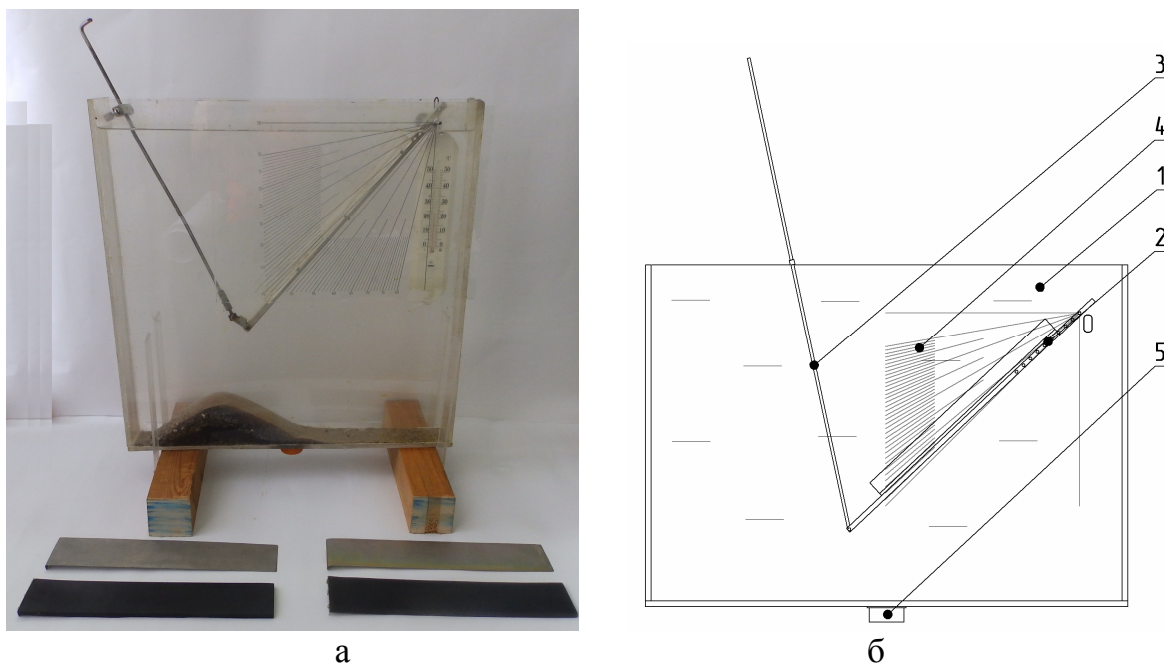


Рис. 1. Лабораторная установка для определения коэффициента трения зернистого материала в воде:  
а – общий вид установки; б – схема лабораторной установки

## **Загальні питання технології збагачення**

Исследования процесса движения зернистого материала по наклонному лотку и определение коэффициента внешнего трения зернистого материала в воде проводили в следующей последовательности. Заполняли прямоугольный корпус установки водой. Закрепляли на поверхности наклонного лотка сменную пластину и устанавливали лоток под углом близким к 0 градусом относительно поверхности воды. Насыпали на поверхность сменной пластины наклонного лотка порцию зернистого материала массой около 15 г. При помощи регулировочного стержня изменяли угол наклона лотка и контролировали поведение зернистого материала. Температуру воды измеряли термометром.

В ходе замеров установлено три характерных режима движения материала по лотку в зависимости от угла его наклона:

1. Уверенное движение верхнего слоя зернистого материала по нижнему слою. Поверхность материала лотка не видна за нижним слоем материала.

2. Уверенное движение зернистого материала по поверхности сменной пластины наклонного лотка. Наблюдается около 50% площади поверхности наклонного лотка.

3. Очистка лотка. Наблюдается около 90% площади поверхности наклонного лотка.

Замеры завершали после прохождения материалом всех характерных режимов его движения по лотку. После этого материал извлекали из экспериментальной установки через сливной разгрузочный патрубок. Полученные значения заносили в журнал исследований. После завершения эксперимента цикл замеров повторяли с новой порцией зернистого материала и выполненными из других материалов сменными пластинами.

Замеры коэффициента внешнего трения зернистого материала в воде выполняли с песком речным природным кварцевым окатанным классов: 2,5-5,0, 1,0-2,5, 0,63-1,0, 0,5-0,63, 0,4-0,5, 0,315-0,4, 0,2-0,315, -0,2 мм.

В качестве материала сменных пластин наклонного лотка применяли оргстекло, резина, сталь, полиуретан. Полученные экспериментальные данные при температуре воды 20 °С приведены в таблице.

В результате выполненных экспериментов установлено, что значение коэффициента трения скольжения (к.т.с.) окатанных частиц кварца, в воде, больше чем по сухой поверхности. Также установлено, что к.т.с. окатанных частиц кварца, в воде, является функцией крупности твердых частиц. При уменьшении крупности твердой частицы к.т.с. возрастает (рис. 2).

## **Загальні питання технології збагачення**

Экспериментальные значения коэффициента внешнего трения  
для песка речного природного кварцевого окатанного

Крупность зернистого материала, мм		Материал лотка	Угол внешнего трения, град.	Коэффициент внешнего трения, $f_1$
ситовая	средняя, $d_{cp}$			
2,5-5,0	3,75	Оргстекло	26	0,49
1,0-2,5	1,75		27	0,51
0,63-1,0	0,82		28	0,53
0,5-0,63	0,57		30	0,58
0,4-0,5	0,45		33	0,65
0,315-0,4	0,36		36	0,73
0,2-0,315	0,26		39	0,81
-0,2	0,1		44	0,97
2,5-5,0	3,75	Полиуретан	30	0,58
1,0-2,5	1,75		31	0,6
0,63-1,0	0,82		32	0,62
0,5-0,63	0,57		33	0,65
0,4-0,5	0,45		35	0,70
0,315-0,4	0,36		38	0,78
0,2-0,315	0,26		41	0,87
-0,2	0,1		45	1,00
2,5-5,0	3,75	Сталь	31	0,6
1,0-2,5	1,75		32	0,62
0,63-1,0	0,82		33	0,65
0,5-0,63	0,57		34	0,67
0,4-0,5	0,45		36	0,73
0,315-0,4	0,36		40	0,84
0,2-0,315	0,26		43	0,93
-0,2	0,1		47	1,07
2,5-5,0	3,75	Резина	32	0,62
1,0-2,5	1,75		33	0,65
0,63-1,0	0,82		34	0,67
0,5-0,63	0,57		35	0,7
0,4-0,5	0,45		37	0,75
0,315-0,4	0,36		41	0,87
0,2-0,315	0,26		44	0,96
-0,2	0,1		49	1,15

## Загальні питання технології збагачення

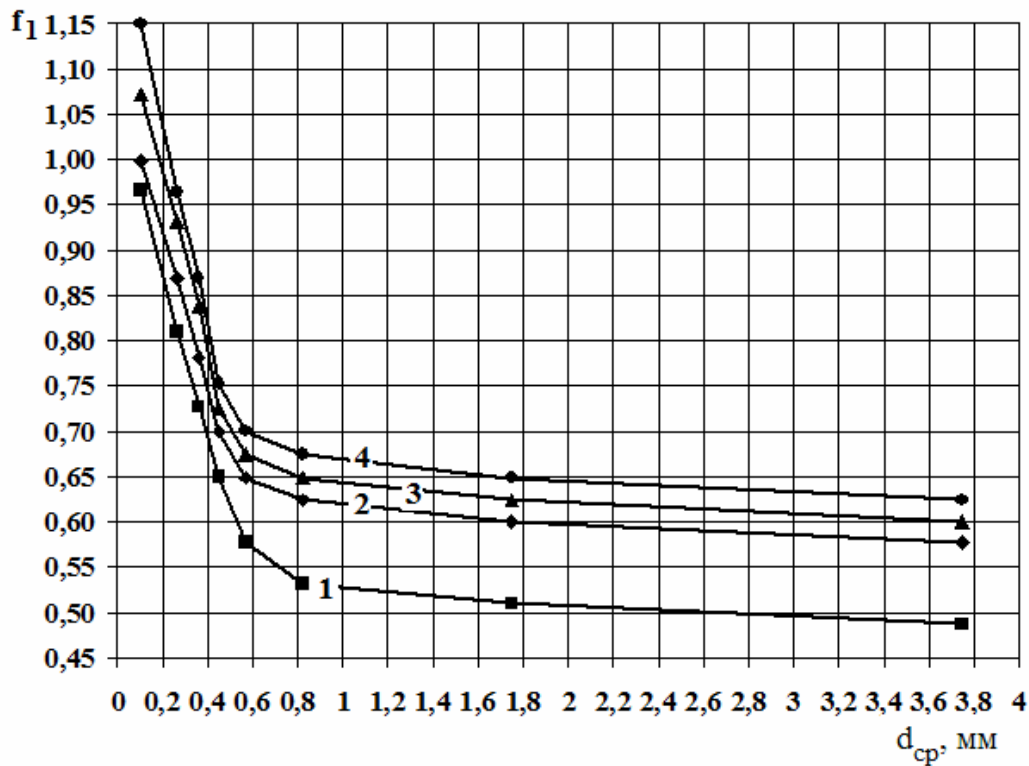


Рис. 2. Залежність коефіцієнта трення скольження окатаних частиц кварца від крупності: 1 – оргстекло; 2 – поліуретан; 3 – сталь; 4 – резина

### Вывод

Установлені експериментальні значення коефіцієнта трення скольження окатаних частиц кварца в воді при русі по оргстеклу, резині, сталі, поліуретану і вид залежності від крупності твердих частиц.

© Бондаренко А.А., 2014

Надійшла до редколегії 14.02.2014 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком