

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ФОСФОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЖАМБЫЛСКОГО РЕГИОНА

Керим М.К., Маханбет А.Т., Балабек А.М., Уристемова А.У., Аякешова А.К.,
Тургумбаева Х.Х.

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева (050013, ул. Сатпаева 22, Алматы, Казахстан), e-mail: fosfogips_2012@mail.ru

Комплексная переработка минерального техногенного сырья - вторичных продуктов фосфорной промышленности - в производстве строительных материалов является актуальной проблемой в материаловедческом, строительно-технологическом, промышленно-технологическом, экономическом и экологическом аспектах. Для определения размера и распределения частиц вторичных продуктов фосфорной промышленности был использован метод седиментационного анализа суспензии. Результаты исследований размеров частиц вторичных продуктов фосфорной промышленности Жамбылского региона (вскрышные породы, шлаки, фосфогипс), на отобранных с отвалов ТОО «Казафосфат», позволяют их отнести к смеси грубодисперсных (более 10^{-6} м) и коллоидных (10^{-5} — 10^{-7} м) систем. Построены интегральные и дифференциальные кривые распределения размеров частиц графическим и аналитическим методом. Определены минимальные, максимальные и наиболее вероятные радиусы частиц.

Ключевые слова: техногенное сырье, фосфорная промышленность, седиментационный анализ.

SEDIMENTATION ANALYSIS OF SECONDARY PRODUCTS OF PHOSPHORUS INDUSTRY OF ZHAMBYL REGION

Kerim M.K., Maxanbet A.T., Balabek A.M., Uristemova A.U., Ayakeshova A.K., Turgumbaeva Kh.Kh.

Kazakh National Technical University named after K.I. Satpaeva (050013, st. Satpaeva 22, Almaty, Kazakhstan), e-mail: fosfogips_2012@mail.ru

Complex processing of man-made mineral raw materials - secondary products phosphorus industry - in the production of building materials is an urgent problem in materials science, construction, technological, industrial and technological, economic and environmental aspects. To determine the size and distribution of secondary particles phosphoric products industry has been used a method of analysis of the sedimentation slurry. The results of studies of particle sizes of secondary products of phosphoric industry of Zhambyl region (overburden, slag, phosphogypsum) at selected from dumps LP "Kazafosfat" allow them to carry a mixture of coarse (more than 6.10 m) and colloid (10^{-5} – 10^{-7} m) systems. Integral and differential distribution curves of particle size were built by the graphical and analytical method. Minimum, maximum, and most likely radii of the particles were determined.

The key words: technogenic raw material, phosphoric industry, sedimentation analysis.

Совокупность технологий отдельных производств, размещенных в промышленном регионе Жамбылской области, связанных между собой не только основными производственными циклами, но и стратегическими вопросами по эффективному использованию техногенных отходов, определяют поиск новых направлений по снижению их объемов на отведенных территориях с одновременным решением вопросов ресурсосбережений.

Комплексная переработка минерального техногенного сырья - вторичных продуктов фосфорной промышленности - в производстве строительных материалов является актуальной проблемой в материаловедческом, строительно-технологическом, промышленно-технологическом, экономическом и экологическом аспектах. При этом практическое значение имеет его дисперсный состав.

Для определения размера и распределения частиц вторичных продуктов фосфорной промышленности был использован метод седиментационного анализа суспензии, так как седиментационный анализ суспензий и эмульсий является одним из наиболее распространенных методов дисперсионного анализа [1,4].

Принцип седиментационного анализа состоит в экспериментальном определении скорости оседания частиц дисперсной фазы в какой-либо дисперсионной среде и последующему установлению характера распределения частиц по размерам и степени дисперсности [3,5].

Оседание частицы в вязкой среде происходит под действием силы тяжести, равной ее кажущемуся весу P :

$$P = \frac{4}{3} \pi r^3 (D - d) g \quad (1)$$

где r - радиус частицы;

D, d - плотности вещества частицы и среды;

g - ускорение силы тяжести.

Оседанию противодействует сила трения, величина которой определяется по закону Стокса:

$$P = 6\pi\eta r u \quad (2)$$

где η - вязкость среды

u - скорость движения частицы.

Стационарный режим оседания начинается с момента времени, когда сила тяжести уравновешивается силой трения. Приравнивая правые части уравнения 1 и 2, находим значение радиуса частицы:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (D - d) g = 6\pi\eta r u \quad \text{где } u = h/\tau \quad (3)$$

$$r = K \sqrt{\frac{h}{\tau}} \quad (4)$$

где h - высота оседания

t - время оседания.

Уравнение (3) справедливо лишь для шарообразных частиц, двигающихся равномерно и с небольшой скоростью в среде, которую можно рассматривать как безграничную по отношению к падающей частице.

Построив зависимость $Q_0 = f(r)$ получим интегральную кривую распределения (рисунок 1), каждая ордината которой указывает на процентное содержание частиц. Для получения дифференциальной кривой разность двух значений Q_0 надо отнести к разности r двух соответствующих радиусов, рассматривая отношение $Q/r=f(r)$ можно построить дифференциальную кривую (рисунок 2).

По результатам экспериментальных данных были построены интегральная кривая распределения (рисунок 1) и дифференциальная кривая (рисунок 2).

Расчет и построение кривых распределения частиц по радиусам можно проводить аналитическими методами, основанными на уравнениях, описывающих с определенной долей приближения реальные седиментационные кривые.

По аналитическому методу, предложенному Н.Н. Цюрупой [2], процесс седиментации описывается уравнением

$$Q = Q_m \frac{t}{t+t_0} = Q_m \alpha \quad (5)$$

Где Q_m и t_0 - константы (первая выражена в процентах, вторая имеет размерность времени).

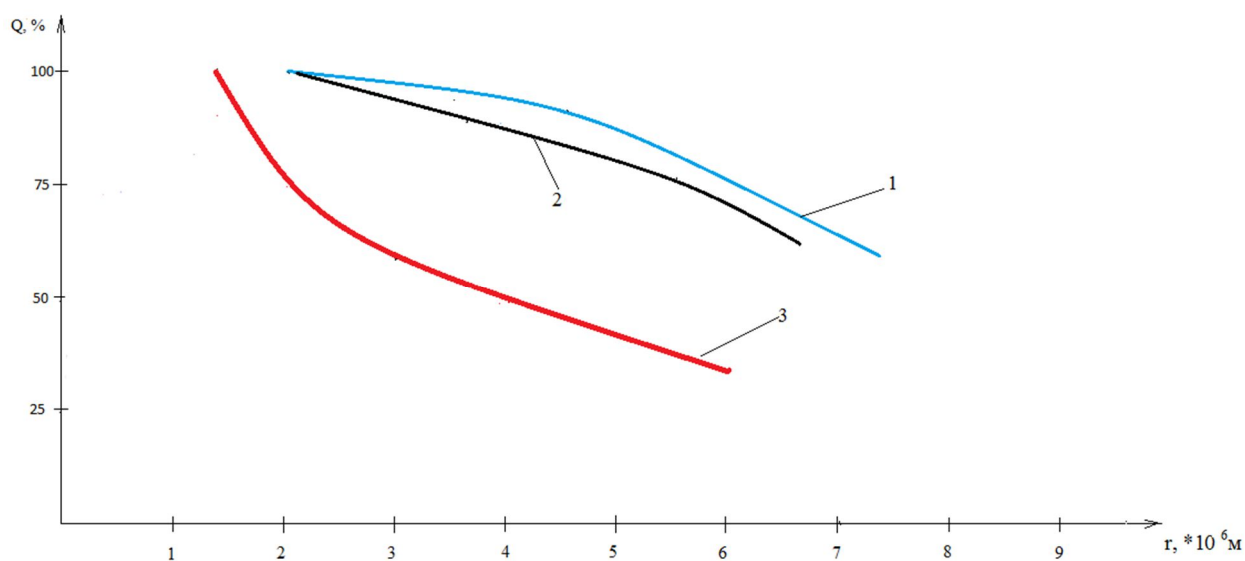


Рисунок 1. Интегральная кривая распределения частиц фосфогипса

1 – левый язык отвала, из кучи № 1; 2 – верхняя площадка отвала, из кучи № 1; 3 – правый язык отвала, из грунта № 1.

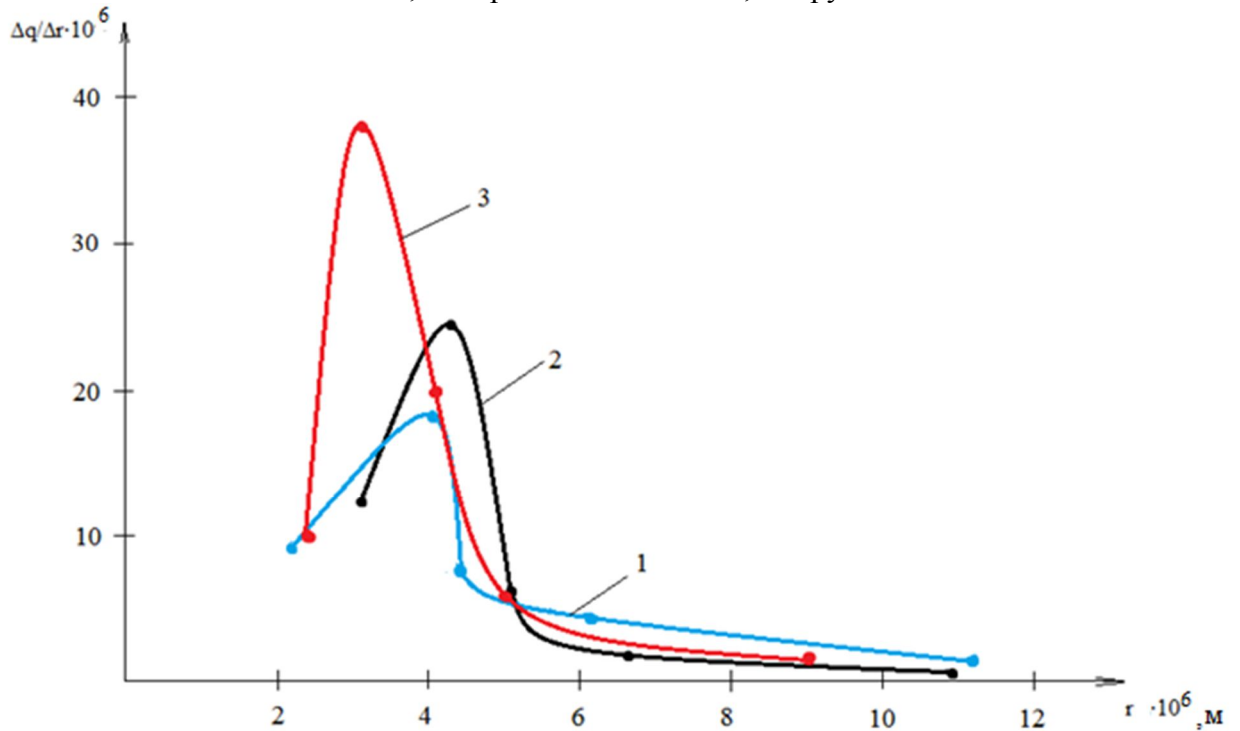


Рисунок 2. Дифференциальная кривая распределения частиц фосфогипса
1 – левый язык отвала, из кучи № 1; 2 – верхняя площадка отвала, из кучи № 1; 3 – правый язык отвала, из грунта № 1.

Дифференцируя уравнение (5), получим

$$\frac{dQ}{dT} = Q_m \frac{t_0}{(t+t_0)^2} \quad (6)$$

$$\frac{t}{Q} = \frac{t_0}{Q_m} + \frac{1}{Q_m} t \quad (7)$$

Построив по экспериментальным данным зависимость $\frac{t}{Q} = f(t)$ (рисунок 3) в виде прямой линии, находим из графика t_0 и Q_m (Q_m – котангенс угла наклона прямой, $\frac{t_0}{Q_m}$ – начальная ордината).

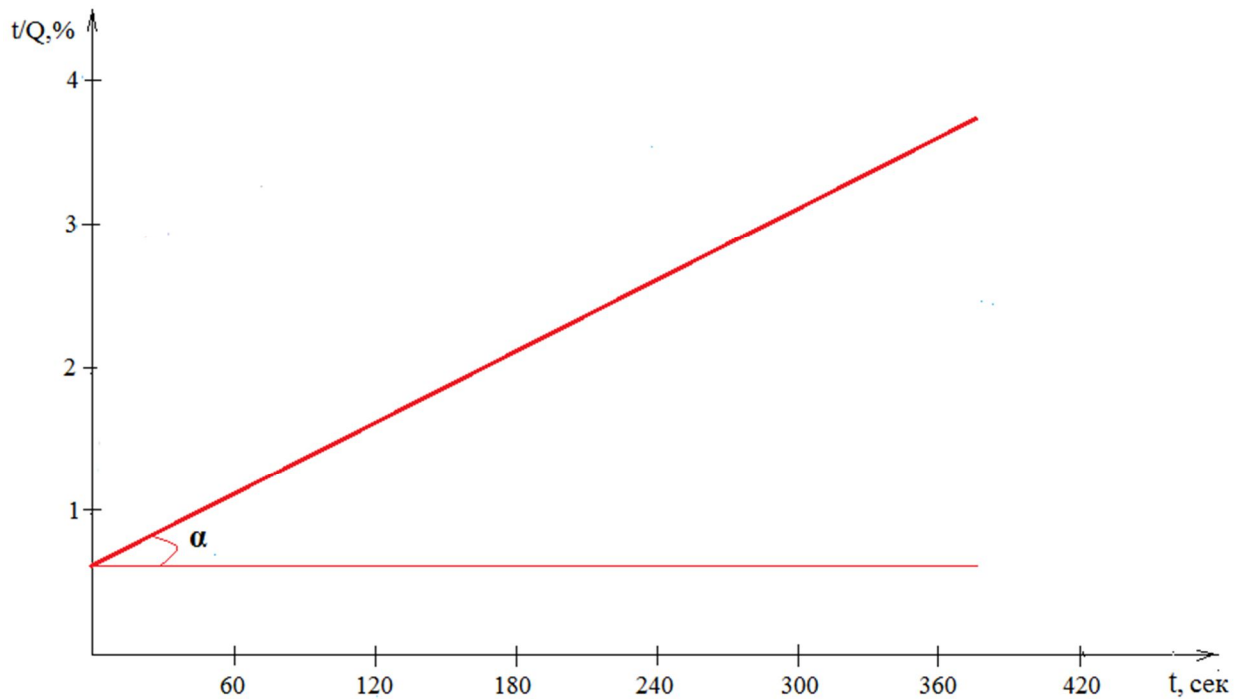


Рисунок 3. Спрявленная кривая седиментации (к расчету размеров частиц по методу Н.Н.Цюрупы)

Константа t_0 не может служить независимой характеристикой дисперсности – она зависит от условий опыта (вязкости, плотности фазы и среды, высоты оседания). Поэтому ее заменяем, пользуясь уравнением (4), на эквивалентную константу r_0 :

$$r_0^2 = \frac{K^2 H}{t_0} \quad (8) \quad \text{и соответственно} \quad r^2 = \frac{K^2 H}{t} \quad (9), \quad \text{где,} \quad K^2 = \frac{9\eta}{2g(p-p_0)}$$

Отсюда следует, что
$$\alpha = \frac{t}{t+t_0} = \frac{r_0^2}{r^2+r_0^2} \quad (10)$$

Аналитическое выражение интегральной кривой распределения:

$$Q' = Q_m \alpha = Q_m \left(\frac{r_0^2}{r^2+r_0^2} \right)^2 \quad (11)$$

Уравнение дифференциальной кривой распределения получается в результате дифференцирования уравнения (11):

$$\frac{dQ'}{dr} = 4Q_m r_0 \frac{r}{(r^2+r_0^2)} \quad (12)$$

Далее определяют три основных радиуса, характеризующих кривую распределения частиц: минимальный (r_{\min}), наиболее вероятный ($r_{н.в.}$), отвечающий максимуму на дифференциальной кривой распределения, и максимальный (r_{\max}).

Из уравнения (11) следует, что при $Q'=100$, соответствующем оседанию самых

мелких частиц.
$$r_{\min} = r_0 \sqrt{0,1\sqrt{Q_m - 1}} \quad (13)$$

Наиболее вероятный радиус, соответствующий максимуму на дифференциальной кривой распределения, находят, дифференцируя уравнение и приравнявая производную нулю:

$$r_{н.в.} = \frac{r_0}{2,24} \quad (14)$$

Максимальный радиус частиц рассчитывают по формуле:

$$r_{max} = 3r_0 \quad (15)$$

Как видно из рисунков интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц вторичных продуктов фосфорной промышленности разброс по размерам незначителен ($1,7-9 \cdot 10^{-6}$ м). Наивероятнейший размер частиц находится в пределах $3-5 \cdot 10^{-6}$ м и определяется преимущественно размерами кристаллов фосфогипса.

Таким образом, проведенный седиментационный анализ вторичных продуктов фосфорной промышленности, отобранного из карт отвалов ТОО «Казфосфат» МУ показал, незначительное отличие размера частиц ($1,7-9 \cdot 10^{-6}$ м), что свидетельствует об однородности фракционного состава, наивероятнейшими размерами частиц вторичных продуктов фосфорной промышленности являются частицы с размером $3-5 \cdot 10^{-6}$ м.

Список литературы

- 1 Ахмедов М.А., Атакузиев Т.А. Фосфогипс. Исследование и применение. Ташкент: Фан, УзССР, 1980.
- 2 Баранова В.И., Е.Е. Бибик, Н.М. Кожевникова, В.А.Малов. Расчеты и задачи по коллоидной химии. М.: Высшая школа, 1989.
- 3 Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М., «Химия», 1976.
- 4 Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование. М.: Химия, 1990.
- 5 Тургумбаева Х.Х. Ауа алқабты қорғаудан зерттеу жұмысының әдістемелік нұсқауы «Суспензияның седиментациялық талдауы». – Алматы, 2005.