

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

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ГРАВИТАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПОТОКЕ ПУЛЬПЫ**

Известно, что исходное качество природных нерудных песков, по набору основных контролируемых физико-механических свойств (модуль крупности, процент глинистых и пылевидных частиц и др.) не соответствует действующим нормам к конечной продукции [1]. В связи с этим необходима переработка исходного сырья, которая предусматривает обычно отделение от песка крупных включений, например гравийных фракций, мелких пылеватых и глинистых (диспергированных) примесей, комовой глины, растительных включений и примесей ракушки. Удаление из горной массы крупных включений не представляет особых трудностей. В то же время, процесс обогащения песков от мелкодисперсных примесей требует более тщательного изучения. В результате обзора средств для переработки песков при гидромеханизированных разработках часты случаи применения гравитационных классификаторов, принцип действия которых основывается на различной скорости осаждения частиц в вертикальном потоке пульпы (п. 1.3). К таким аппаратам можно отнести вертикальные классификаторы: ВНИИГС типа ГКД-2, ВНИИЖелезобетон типа ГКХ, ВНИИнеруд, "Реакс", ВНИИГС с крутопадающим потоком типа СК и др.

Предварительный обзор, выполненный по критерию минимизации эксплуатационных расходов на переработку полезного ископаемого, добываемого гидромеханизированным способом, подтверждает привлекательность гравитационного способа обогащения в горизонтальном потоке пульпы [2-4]. Такой способ имеет следующие преимущества и недостатки:

– горизонтальные классификаторы обладают меньшими габаритными размерами и, соответственно, меньшей металлоемкостью чем вертикальные. Это объясняется тем, что разделение материала в горизонтальном классификаторе обеспечивается при скорости потока пульпы большей, чем в вертикальном классификаторе;

– разделение пульпы в горизонтальном классификаторе не требует дополнительных затрат энергии, т.к. пульпа разделяется под действием гравитационных сил;

– не требуется подача пульпы в классификатор с большим напором. В связи с этим гидроабразивный износ в горизонтальном классификаторе практически отсутствует.

Аппарат для гравитационной переработки зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы может быть изображен в виде схемы (рисунок).

## Гравітаційна сепарація

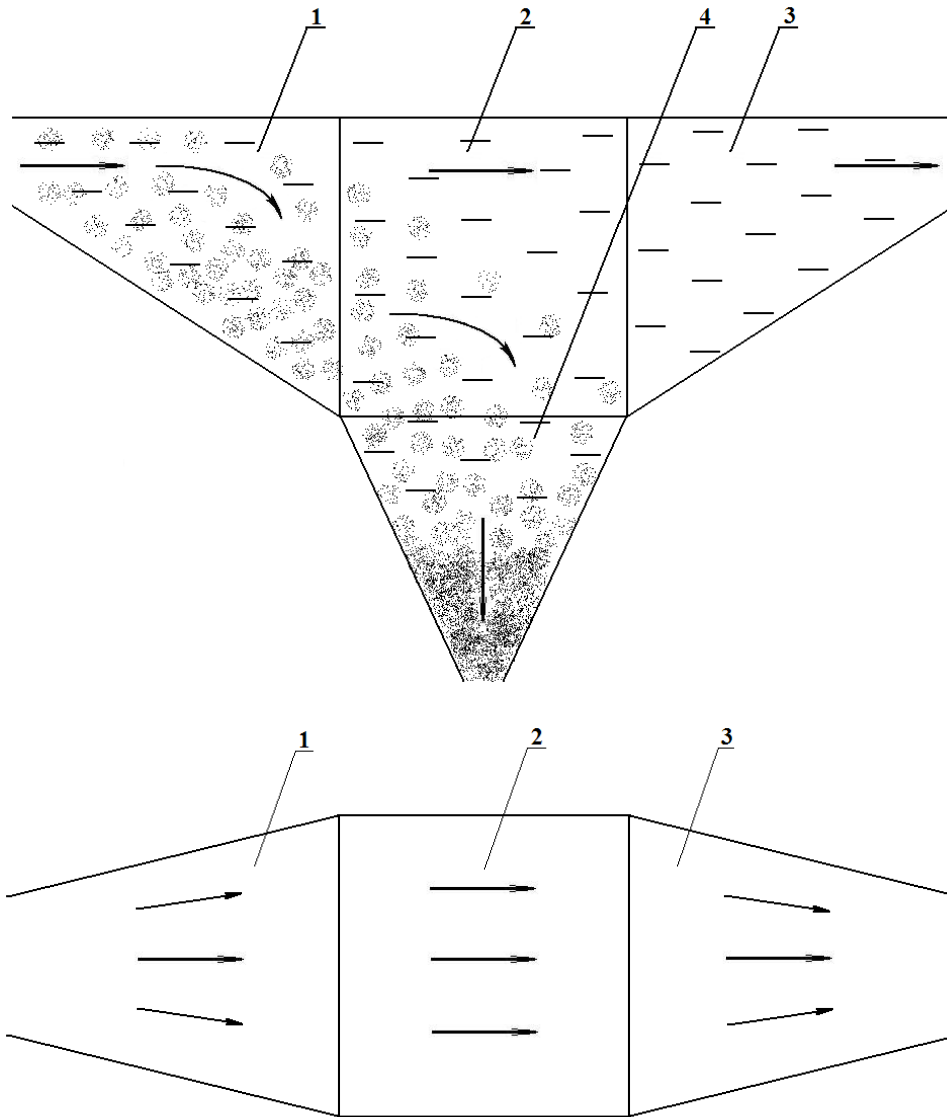


Схема процесса гравитационной переработки зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы:  
1 – участок разделения; 2 – участок осаждения; 3 – участок истечения;  
4 – участок накопления

При аппаратной гравитационной переработке зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы закономерным является разделение процесса на такие участки: участок разделения, участок осаждения, участок истечения, участок накопления (рисунок).

*Участок разделения* представляет собой область, ограниченную корпусом аппарата с расширяющимся сечением по направлению движения пульпы. Перемещение потока в данной области характеризуется началом процесса осаждения частиц и их движение в область накопления. Движение частиц в рассматриваемой области характеризуется воздействием на них сил скоростного напора пульпы, тяжести, Архимеда, сопротивления среды.

*Участок осаждения* является областью, ограниченной корпусом аппарата с постоянным или переменным сечением по направлению движения пульпы. В

участок осаждения пульпа попадает из участка разделения. Перемещение потока в данной области характеризуется завершением процесса осаждения частиц и их движение в область накопления. Неосаждаемые частицы выносимых классов продолжают движение в составе горизонтального потока в направлении участка истечения.

*Участок истечения* ограничен корпусом аппарата с уменьшающимся сечением по направлению движения пульпы. В участок истечения пульпа попадает из участка осаждения. Перемещение потока в данной области характеризуется выносом тонкодисперсных неосажденных частиц и их движение за пределы классификатора в слив.

Движение частиц в приведенных участках характеризуется воздействием на них сил скоростного напора пульпы, тяжести, Архимеда, сопротивления среды.

*Участок накопления* ограничен корпусом аппарата, представляющим собой бункер. В участок накопления осаждается зернистый материал, движущийся из участков разделения и осаждения. Движение частиц в данной области сопровождается процессом падения и характеризуется воздействием на них сил тяжести, Архимеда, сопротивления среды, которые, в первом приближении, могут быть учтены гидравлической крупностью.

Движение осажденного зернистого материала за пределы участка накопления, при его выгрузке из аппарата, представляет собой процесс гравитационного истечения из бункера с наклонными стенками [5].

Выполненное рассмотрение физических основ процесса гравитационного разделения зернистых материалов в горизонтальном потоке пульпы позволяет приступить к разработке обобщенной математической модели движения частиц в основных областях процесса. При этом необходимо учесть данные, полученные в ходе предварительных экспериментальных исследований, выполненных в лабораторных аппаратах с постоянной и переменной площадью сечения области разделения. Таким образом, для математического моделирования процесса приняты такие исходные данные, ограничения и упрощения:

- область крупности твердых частиц  $d = -5+0,15$  мм;
- диапазон скоростей горизонтального потока несущей среды  $U_{п} = 0,1 \dots 0,01$  м/с;
- частицы представляют собой шары равных размеров  $d_1 = d_2 = d_n = \dots = d_{ср}$ ;
- плотность всех рассматриваемых частиц одинакова и постоянна  $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_{ск}$ ;
- плотность жидкости, воздействующей на частицы грунта, равна плотности псевдопульпы  $\rho_n$  с кинематической псевдовязкостью  $\nu_n$ .

### *Вывод*

Результатом физического моделирования процесса гравитационной переработки зернистых материалов явилось описание физических основ гравитационного осаждения твердой частицы под действием горизонтального потока не-

## **Гравітаційна сепарація**

сущей среды, ограниченного разнонаклонными поверхностями устройства, и как следствие, разделение процесса на характерные участки: разделения, осаждения, истечения, накопления.

### **Список литературы**

1. Бондаренко А.А. Виноградова М.А., Холоменюк М.В. Анализ месторождений песчаных пород Украины // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2006. – Вип. 27(68)-28(69). – С. 5-9.
2. Основы обогащения полезных ископаемых. Справочник по оборудованию. – Metso Minerals, 2003.
3. Дударев П., Сухарев В. Опыт обогащения песка при его добыче. // Водный транспорт. – 1973. – №6. – С. 36-38.
4. Шкундин Б.М. Машины для гидромеханизации земляных работ. – М.: Стройиздат, 1982. – 184 с.
5. Зенков Р.Л., Гриневич Г.П., Исаев В.С. Бункерные устройства. – М.: Машиностроение, 1977. – 223 с.

© Бондаренко А.А., 2013

*Надійшла до редколегії 16.02.2013 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком*