

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622. 693

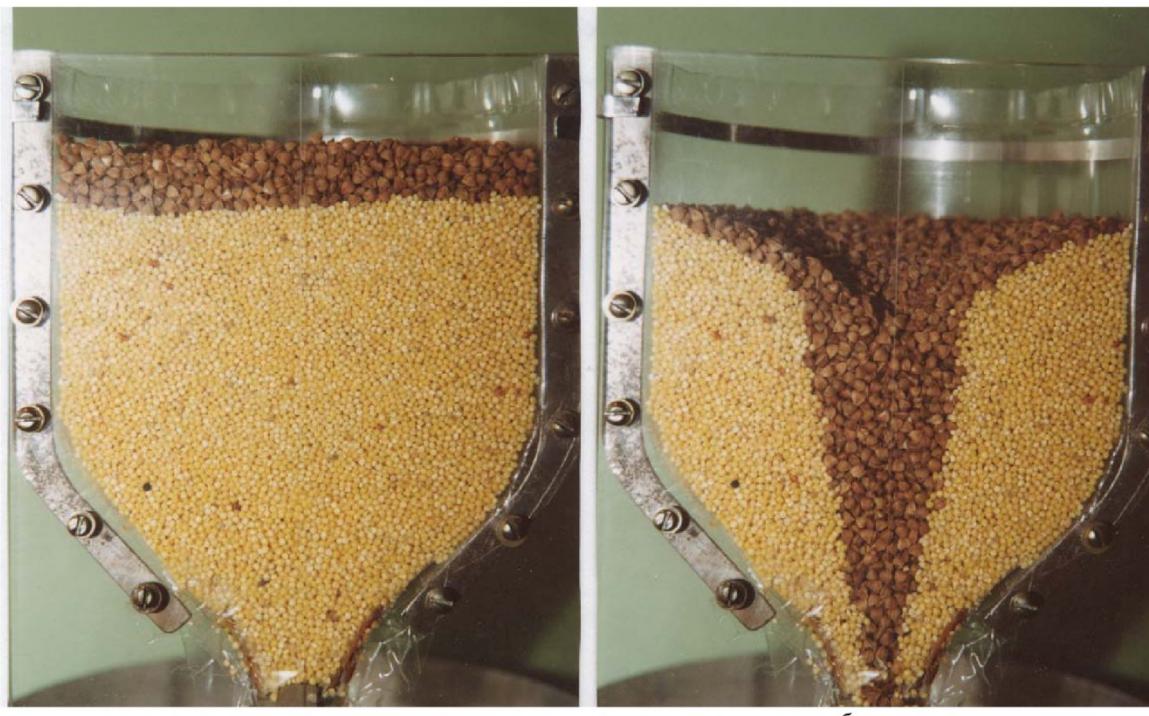
И.А. Ермакова

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ИСТЕЧЕНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ИЗ БУНКЕРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНИЧЕСКИХ РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ ПОТОКА

Многие технологические процессы горнодобывающей, строительной, пищевой промышленности связаны с применением емкостей для накопления, хранения и транспортировки сыпучих материалов. При эксплуатации емкостей возникают трудности, связанные с извлечением сыпучего материала в результате сводообразования и трубообразования. Одним из направлений улучшения разгрузки емкостей является использование различного вида питателей [1, 2]. Следует отметить, что их эксплуатация требует постоянных затрат на электроэнергию и обновление движущихся частей. Другой способ увеличения зоны движения сыпучего материала связан с установкой дополнительных устройств внутри емкости [3, 4]. В данной работе рассматривается возможность применения системы разделителей потока, позволяющих обеспечить равномерное истечение сыпучего материала из всего объема емкости незави-

симо от ее размеров [5].

Исследования проводились на объемной прозрачной модели, представляющей собой половину цилиндрического бункера с нижним выпускным отверстием и сужающейся нижней частью. Диаметр цилиндрической части бункера составляет 130 мм, диаметр выпускного отверстия – 18 мм. В бункер был засыпан сыпучий материал – крупа с диаметром частиц 2 мм. Сыпучий материал имел горизонтальную верхнюю поверхность. Для наблюдения за ходом истечения сверху параллельным слоем была насыпана крупа темного цвета (рис.1а). При разгрузке бункера в первую очередь истекает сырой материал, расположенный в вертикальной зоне над выпускным отверстием (рис.1б). На поверхности сыпучего материала образуется воронка, в которую при дальнейшем выпуске пересыпается материал, расположенный у стенок бункера (рис.1в, г).



*Рис. 1. Выпуск сыпучего материала из бункера без использования разделителей потока:
а) начальное состояние; б), в), г) – стадии выпуска*

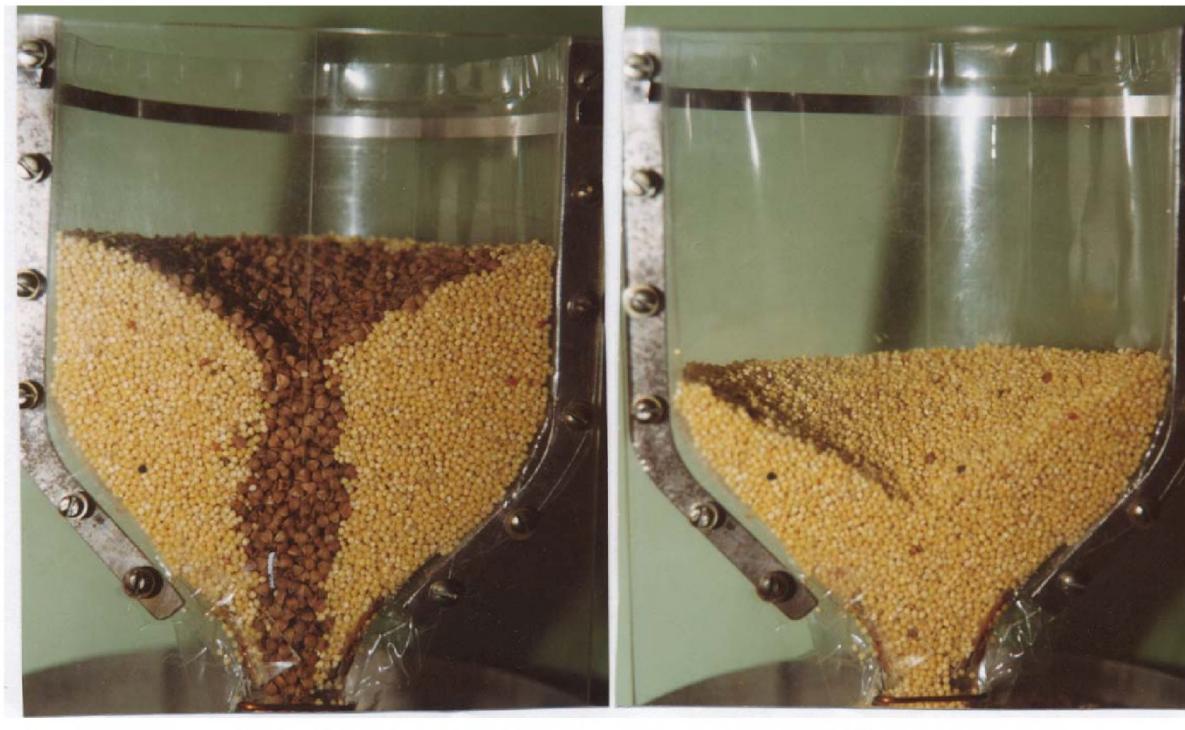


Рис.1. Выпуск сыпучего материала из бункера без использования разделителей потока:
а) начальное состояние; б), в), г) – стадии выпуска

Для обеспечения равномерного истечения сыпучего материала по всему объему бункера были использованы закономерности деления потока наклонными разделителями [6]. Рассмотрим плоскую модель бункера (рис.2а). Над выпускным отверстием на вертикальной оси бункера устанавливается разделитель 1. При истечении сыпучего материала он разделяет поток на две части – потоки 2 и 3. При однородной крупности d частиц сыпучего материала вертикальные оси 4 этих потоков расположены на расстоянии $2d$ от края разделителя 1. Для дальнейшего разделения образо-

вавшихся потоков 2 и 3 выше разделителя 1 устанавливаются наклонные разделители 5 с углом наклона равным или большим угла естественного откоса γ сыпучего материала. Расстояния между разделителями по горизонтали a и вертикали b определяются из следующих соотношений:

$$3d - \sqrt{10d \cdot b} / 2 < a < 4d + \sqrt{10d \cdot b} / 2 ;$$

$$b > a \cdot \operatorname{tg} \gamma + 3d / \cos \gamma .$$

Для последовательного деления потока может использоваться любое количество наклонных разделителей, расположенных по высоте бункера.

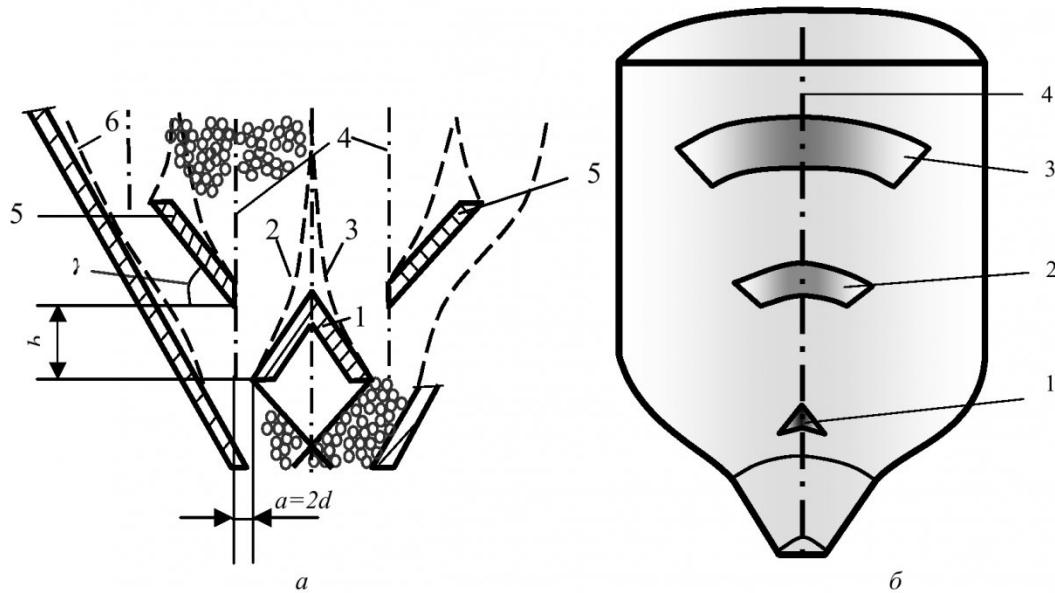


Рис.2. Расположение разделителей потока в бункере а) плоская; б) объемная модель

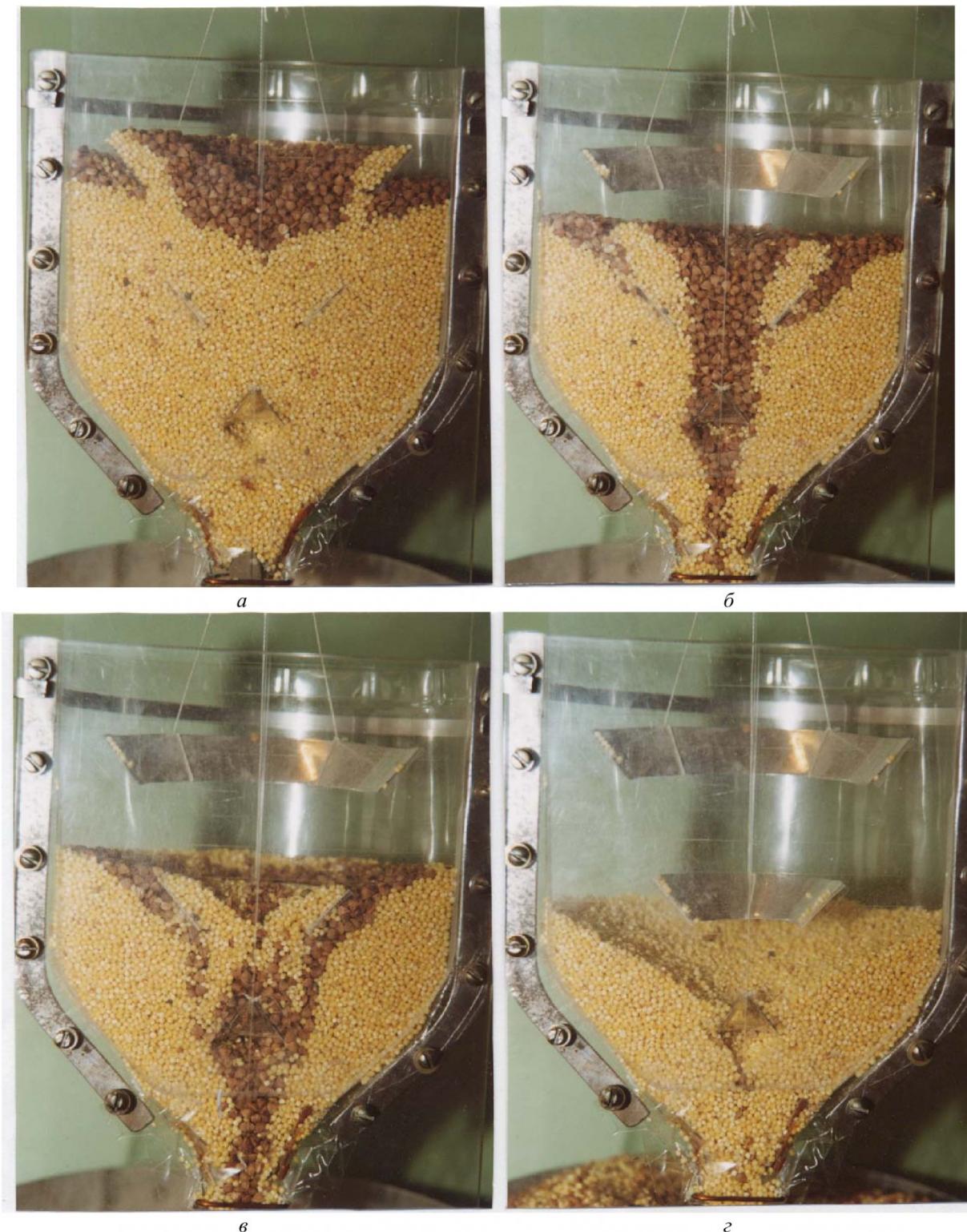


Рис.3. Выпуск сыпучего материала из бункера с установленными разделителями потока: а), б), в), г) – стадии выпуска

Выбор расстояния между разделителями по горизонтали a определяет скорости образующихся потоков относительно друг друга. Установим расстояние a между разделителями 1 и 5

равным $2d$, то есть нижний конец разделителя 5 находится на вертикальной оси потока 2. При таком расположении разделителя скорость потока 2, подвергающегося делению, равна скорости потока 6, образующегося за разделителем 5. Это

приводит к равномерному опусканию горизонтальной верхней поверхности сыпучего материала в бункере.

В объемном бункере разделители используются аналогично, с той разницей, что они имеют объемную форму – конуса. Устройство бункера с установленными разделителями показано на рис.2б. Нижний разделитель 1 имеет форму конуса, а каждый вышележащий разделитель 2, 3

представляет собой кольцо в виде усеченного конуса, диаметр этих колец увеличивается, а их ось совпадает с вертикальной осью бункера 4. Все разделители скреплены между собой, и образованная общая конструкция прикреплена к стенкам бункера. После заполнения бункера сыпучим материалом (см. рис.1а), был осуществлен его выпуск (рис.3). В момент начала выпуска (рис.3а) сыпучий материал начинает двигаться по всему объему бункера. Опускание темного верхнего слоя сыпучего материала происходит равномерно по центральной части бункера и за разделителем 3. При дальнейшем выпуске темные частицы двигаются в потоке, огибающем разделитель 2 (рис.3 б, в), достигая выпускное отверстие. Показанная картина выгрузки одинакова в любом вертикальном поперечном сечении бункера.

При засыпке в бункер сыпучий материал может иметь верхнюю поверхность в виде конуса (рис.4). В данном случае расстояние между разделителями 1 и 2 по горизонтали необходимо увеличить, то есть задать величину $a > 2d$. Частицы, расположенные на поверхности сыпучего материала на вертикальных осях потоков 4 и 5, достигнут одновременно выпускное отверстие, если выполняется равенство

$$H_2 = H_1 \cdot \exp\left(-\frac{4\mu a_1^2}{9b}\right) - b \cdot \exp\left(\frac{2\mu a_1^2}{9b}\right)$$

где H_1 и H_2 - высоты столба сыпучего материала для потока 4, подвергающегося делению, и для потока 5, образующегося за разделителем 2; $a_1 = a - 2d$, $\mu = 2/\sqrt[3]{k_p \cdot d}$. При выгрузке сыпучего материала, его верхняя поверхность 6, имеющая вид конуса, выравнивается до горизонтальной, принимая положения 7–9, причем движение частиц происходит по всему объему бункера.

Выгрузка сыпучего материала из бункера с

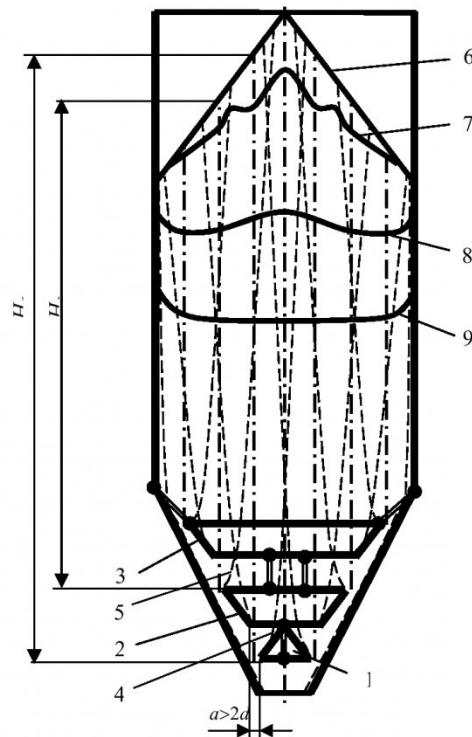


Рис.4. Истечение из бункера сыпучего материала с верхней поверхностью в виде конуса

квадратным сечением при наличии разделителей происходит аналогичным образом.

Таким образом, система конических разделителей внутри бункера позволяет увеличить фигуру потока до размеров бункера, управлять параметрами общей фигуры выпуска и обеспечить равномерное горизонтальное опускание верхней поверхности сыпучего материала, исключить образование неподвижных зон в бункере и сводообразование, что повышает интенсивность выгрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенков Р.Л. Бункерные устройства / Р.Л.Зенков, Г.П.Гриневич, В.С.Исаев. – М.: Машиностроение, 1977.– 220с.
2. Крамаджан А.А. О взаимодействии питателя возвратно-поступательного действия с транспортируемыми материалами / А.А.Крамаджан, С.Б.Стажевский, Г.Н.Хан // ФТПРПИ. – 1997.– №3.– С.60–68.
3. А.с. СССР №1585259, В 65 G 65/30, В 65 D 88/64. Способ выгрузки сыпучих материалов из вертикального бункера с нижним выпускным отверстием и сужающейся нижней частью / Д.А. Каминский, В.М.Хазов (СССР).– 1990, БИ №30.
4. А.с. СССР №793874, В 65 D 88/54. Бункер для сыпучих материалов / Т.И.Зеленцов, Г.Г. Лимонов, В.И. Межеев (СССР).–1981, БИ №1.
5. Ермакова И.А. Устройство для выгрузки сыпучих материалов / Решение о выдаче патента РФ на изобретение, заявка №2001126624/13(028321) МПК 7 B65D 88/64, B65G 65/30. Заявлено 01.10.2001 г.
6. Рыжков Ю.А. Деление и управление потоками сыпучего материала при истечении с использованием наклонных разделителей / Ю.А. Рыжков, И.А. Ермакова // ФТПРПИ. – 1998. – №6. – С. 74 – 80.

Автор статьи:

Ермакова
Инна Алексеевна
- канд. техн. наук, доц. каф. приклад-
ной математики