

сивности внешнего теплообмена // Промышленная энергетика. 2006. № 12. С. 30-33.

2. Королев В.Н. Тепломассообмен: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 250 с.

УДК 621.547:66-912

А.И.Сафронов

(A.I. Safronov)

(УГЛТУ, Екатеринбург)

(USFEU, Yekaterinburg)

И.С. Парышев, В.Н. Королев

(I.S. Paryshev, V.N. Korolev)

(Уральский Федеральный университет имени первого президента России

Б.Н. Ельцина, Екатеринбург)

(Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,

Yekaterinburg)

ДВИЖЕНИЕ ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ ПО ТРУБКЕ, ОПУЩЕННОЙ В НЕПОДВИЖНЫЙ

ПРОДУВАЕМЫЙ ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ

(DISPERSION MEDIUM MOTION INSIDE A TUBE LOWERED INTO
A STATIONARY VENTILATED GRANULAR BED)

Экспериментально исследовано влияние внутреннего диаметра трубки на высоту поднятия дисперсной среды внутри нее.

The influence of the internal diameter of the tube at the previously discovered effect has been experimentally investigated, namely, that if a hollow cylinder (tube) lowered in a stationary ventilated bed, the inside of the cylinder the solid phase starts to move rapidly whereby the height which dispersed medium reaches inside the tube exceeds the height of the stationary bed. It is shown that the height and character of particles motion directly depend on the internal diameter of the tube.

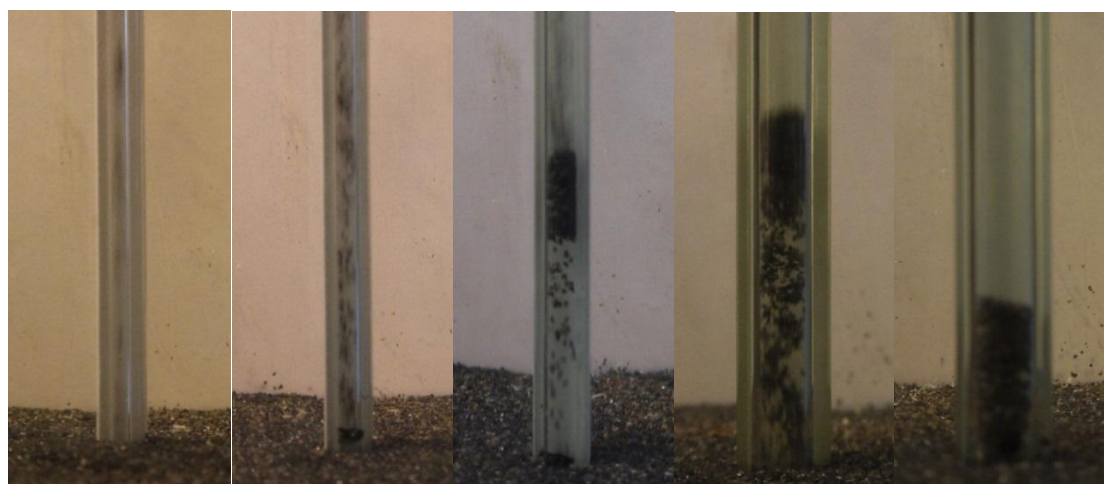
Экспериментально установлено [1], что если полый цилиндр (трубку) опустить в псевдооживленный слой, то высота, на которую поднимается дисперсная среда внутри цилиндра, превосходит высоту слоя в аппарате.

Если трубку опустить в неподвижный продуваемый со скоростью, близкой к скорости начала псевдооживления зернистый слой, то также как и в псевдооживленном слое, внутри трубки появляется интенсивное движение частиц, вследствие чего высота, на которую поднимается дисперсная среда внутри трубки, превышает высоту неподвижного слоя.

Целью данной работы является экспериментальное исследование влияния внутреннего диаметра трубки, опущенной в неподвижный продуваемый зернистый слой, на характер движения дисперсной среды в трубке.

Исследование проводилось на установке квадратного сечения $0,1 \times 0,1$ м, состоящей из дутьевой камеры с газораспределительным устройством, в качестве которого использовалась перфорированная решетка живым сечением 9,82 % (оптимальное, с точки зрения сопротивления при продувке зернистого слоя [2]). На решетку насыпались частицы корунда неправильной формы поверхности эквивалентным диаметром 0,63 мм. В центре аппарата вертикально крепились трубки внутренним диаметром от 1,5 до 14 мм. Отношение диаметра трубки ($d_{тр}$) к размеру ($d_ч$) частиц слоя изменялось примерно от 2 до 22. Высота насыпного слоя была 80 мм, а нижний конец трубки находился на высоте 40 мм от газораспределительной решетки.

При продувке плотного слоя воздух, фильтруясь в пространстве между частицами, движется в направлении меньшего сопротивления. Таким местом является внутренняя полость трубки. По мере увеличения перепада давления на решетке воздух вследствие пониженного (по сравнению со слоем) сопротивления внутренней полости трубки с большой скоростью устремляется внутрь ее, и в результате эжекции происходит интенсивный подсос твердых частиц из пространства, примыкающего к нижнему торцу трубки. Дисперсная среда без дополнительной затраты энергии с большой скоростью движется вверх по каналу. На рисунке зафиксирована картина движения частиц дисперсного слоя по трубкам различного внутреннего диаметра.



а б в г д
Картина движения дисперсной среды по трубкам различного внутреннего диаметра

Было установлено, что в трубке внутренним диаметром 1,5 мм ($d_{тр}/d_ч$ примерно равного 2) движение частиц не наблюдалось. Начиная с $d_{тр}/d_ч$ равного 4 (рисунок, а) наблюдался стабильный подъем частиц на всю высоту трубки (30 см) с фонтанированием на ее свободном конце. При

увеличении $d_{тр}/d_ч$ до 5,5...6 интенсивность подъема частиц (их количество и скорость движения в трубке) возрастает (рисунок, б). В трубке диаметром 4 мм ($d_{тр}/d_ч$ равного 6,5, рисунок, в) частицы двигались группами, образуя поршни. Поршневой режим движения дисперсной среды сохранялся и при $d_{тр}/d_ч$ в пределах 7...10 мм (рисунок г, д), но высота, на которую поднимались поршни, с увеличением диаметра трубок уменьшалась. В трубках диаметром более 14 мм подъем дисперсной среды уже вообще не наблюдался.

Если длина канала меньше высоты подъема дисперсной среды, то происходит интенсивное фонтанирование частиц. Поэтому, снабдив верхний торец канала изогнутыми соплами, можно не только осуществлять транспорт твердых частиц по трубке, но и направлять гетерогенную струю (поток частиц и воздуха) в любое место.

Проведенные исследования показали путь решения задачи, связанной с разделением компонентов дисперсной сыпучей среды, различающихся размером. Отличительной особенностью экспериментально исследованного способа удаления мелкой фракции из крупнозернистого слоя с целью повышения его однородности по размерам частиц является отсутствие экологического загрязнения окружающей среды, так как слой, из которого удаляется мелкая фракция, является практически неподвижным. Повышение однородности сыпучих материалов по размерам осуществляется без дополнительных затрат энергии на отвод и транспортировку мелких частиц, энергия затрачивается только на минимальное ожижение удаляемой из слоя фракции.

Библиографический список

1. Красных В.Ю., Толмачев Е.М., Королев В.Н. Квазикапиллярные эффекты в псевдооживленных средах // Инженерная физика. 2007. № 2. С. 19 - 22.
2. Красных В.Ю., Королев В.Н. Оптимизация энергетических затрат на образование псевдооживленного слоя при сохранении высокой интенсивности внешнего теплообмена // Промышленная энергетика. 2006. № 12. С. 30.