

УДК 630*36:62-192

Студ. В. И. Ахрамович

Науч. рук. доцент, канд. техн. наук В. С. Францкевич
(кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств, БГТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СЫПУЧИХ СРЕД ПО ВРАЩАЮЩЕМУСЯ ДИСКУ

Моделирование движения частиц по вращающемуся горизонтальным поверхностям является типовой задачей при исследовании центробежных мельниц ударного типа, среднеходных мельниц, воздушных классификаторов и др. Часто эту задачу упрощают до прямолинейного движения. На самом деле частицы движутся по некоторой криволинейной траектории. Аналитически рассчитать движение массы частиц очень сложно, так как невозможно предугадать их движение и соударения, которые будут влиять на траектории и скорость движения частиц, но возможно рассчитать в том случае, если частиц несколько, и они не будут взаимодействовать между собой. Одним из направлений решения поставленной задачи является компьютерное моделирование. Исследование движения кубических частиц проводилось в программе SOLIDWORKS, это программный комплекс САПР для автоматизации работ на этапах конструкторской и технологической подготовки. В работе исследовалось движение масс частиц размером 2, 5 и 10 мм по плоскому диску (диаметром 500 мм) и дискам, имеющим бортики с углом наклона 15, 30 и 45 градусов.

При исследовании движения частиц по диску без бортика (рис. 1), скорость самой маленькой частицы в момент вылета с диска при 50 об/мин составила 0,47 м/с, с увеличением числа оборотов до 150, скорость в момент отрыва частицы увеличилась до 0,63 м/с. Скорость в момент отрыва частицы среднего размера составила при 50 об/мин – 0,55 м/с, а при увеличении числа оборотов до 150 об/мин – 0,73 м/с. Скорость в момент отрыва самой большой частицы при 50 об/мин составила 0,54 м/с, при увеличении числа оборотов до 150 об/мин, скорость в момент отрыва возросла до 0,69 м/с. Так же для сравнения, для плоского диска была рассчитана скорость в момент отрыва частицы для материальной точки в программе Mathcad и были получены следующие данные, при 50 об/мин она составила 1,4 м/с, а при увеличении числа оборотов до 150 об/мин она составила 1,46 м/с. Из данного графика можно сделать вывод, что траектория движения сыпучей среды значительно отличается от движения материальной точки. Разница в скоростях отдельной частицы и материальной точки объясняется балансом центробежной силы и силы трения.

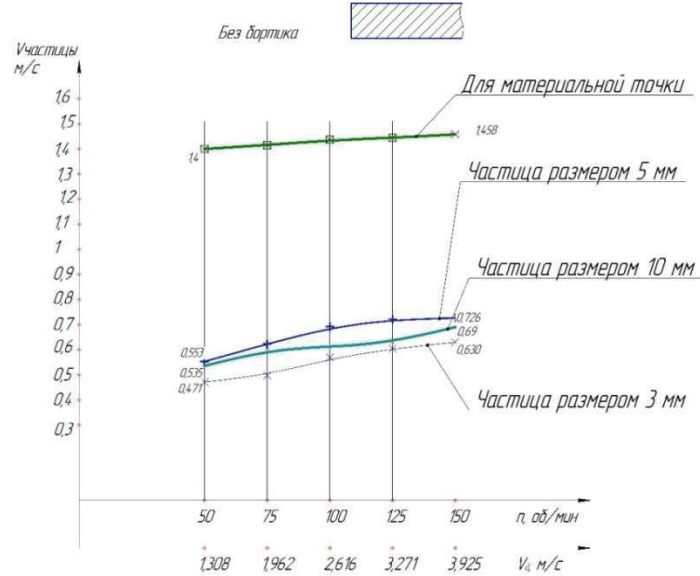


Рисунок 1 – Зависимость скорости слета частиц с плоского диска от частоты его вращения

Далее был исследован диск с бортиком, угол наклона которого равен 15 градусов (рис. 2).

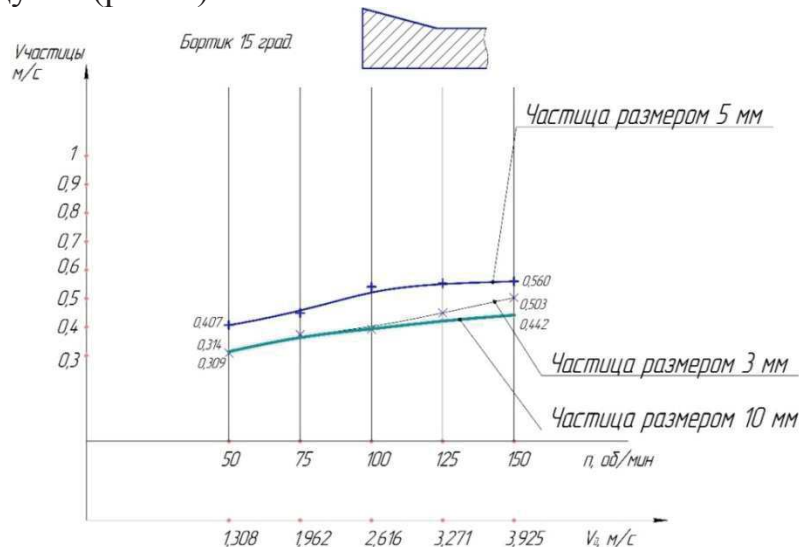


Рисунок 2 – Зависимость скорости слета частиц с диска с бортиком (15 град) от частоты его вращения

Были получены следующие данные: для самой маленькой частицы: при 50 об/мин скорость в момент отрыва частицы равна 0,309 м/с, а при 150 оборотом скорость в момент отрыва составила 0,503 м/с. Скорость в момент отрыва составила средней частицы при 50 об/мин равна 0,407 м/с, а при увеличении до 150 об/мин – 0,560 м/с. Самой большой частицы при 50 об/мин скорость в момент отрыва бы-

ла равна 0,314 м/с, при 150 об/мин – скорость в момент отрыва равна 0,442 м/с.

При исследовании диска с углом наклона бортика 30 градусов были получены следующие данные (рис. 3): для самой маленькой частицы при 50 об/мин скорость в момент отрыва составила 0,260 м/с, при 150 об/мин скорость в момент отрыва возросла до 0,558 м/с. Для средней частицы: скорость в момент отрыва при 50 об/мин составила 0,343 м/с, при 150 об/мин – скорость в момент отрыва возросла до 0,460 м/с. Для самой большой частицы: при 50 об/мин скорость в момент отрыва равна 0,413 м/с, при увеличении числа оборотов до 150, скорость в момент отрыва получилась равной 0,599 м/с.

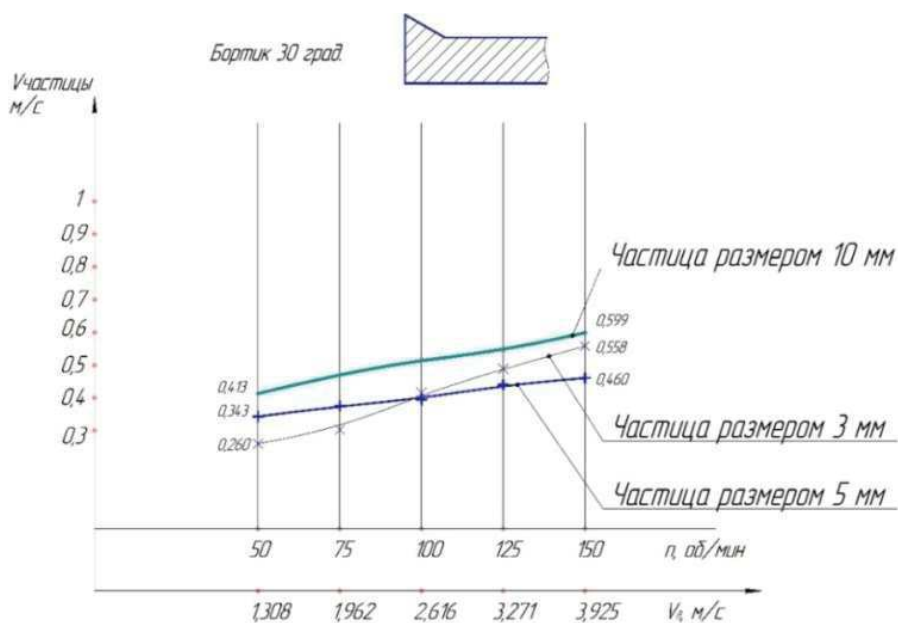


Рисунок 3 – Зависимость скорости слета частиц с диска с бортиком (30 град) от частоты его вращения

При моделировании движения сыпучей среды по диску с бортиком с углом наклона 45 градусов (рис. 4), и был получены следующий данные: маленькая частица: при числе оборотов 50 и 75, частица не вылетала с диска, она вылетела только при числе оборотов равное 100 об/мин, и скорость в момент отрыва получилась равной 0,437 м/с, при увеличении числа оборотов до 150 об/мин, скорость в момент отрыва составила 0,484 м/с.

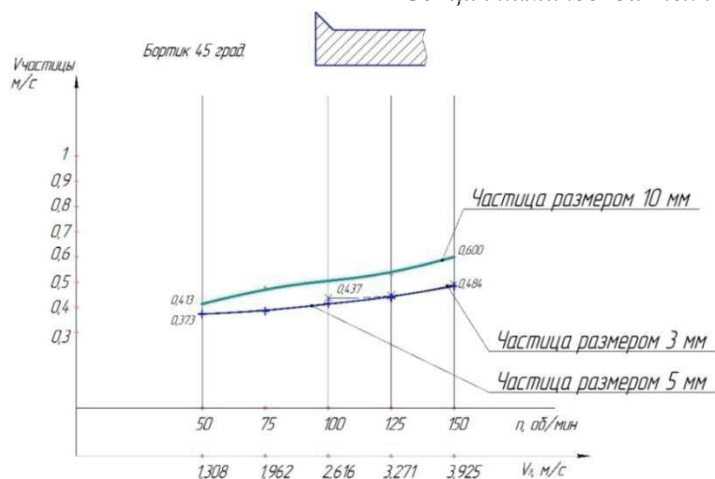


Рисунок 4 – Зависимость скорости слета частиц с диска с бортиком (40 град) от частоты его вращения

Скорость в момент отрыва средней частицы при 50 об/мин составила 373 м/с, при увеличении числа оборотов до 150 об/мин, она составила 0,484 м/с. И скорость в момент отрыва от диска самой большой частицы при 50 об/мин составила 0,413 м/с, а при 150 об/мин – 0,600 м/с.

Предварительно можно сделать следующие выводы:

- очевидно, что с увеличением числа оборотов возрастает и скорость частиц.
- использование дисков с бортиком значительно снижает скорость слета частиц, которая еще более уменьшается с увеличением его угла наклона.

Траектория движения частицы по диску похожа на дугу, и закручивается в противоположную сторону от направления вращения диска, это происходит из-за воздействия силы трения скольжения, центробежной силы и силы Кориолиса (рис. 5).

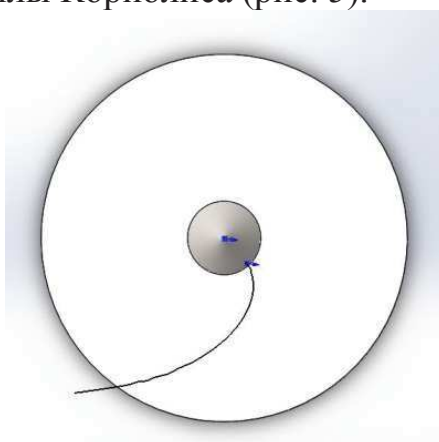


Рисунок 5 – Смоделированная траектория движения частицы по вращающемуся диску

Также показано, что при увеличении числа оборотов, траектория менее закручена, это видно по расчетам, полученным с помощью Mathcad (рис. 6).

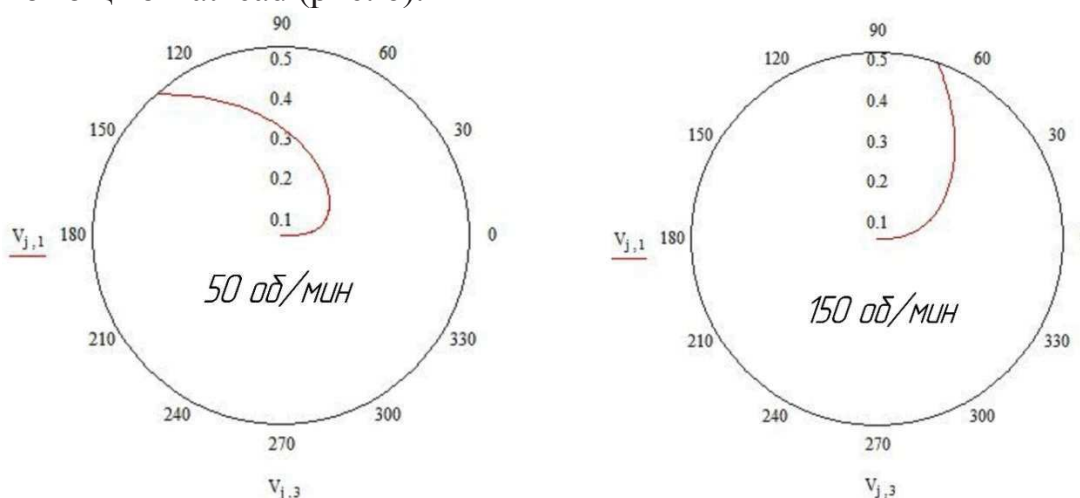


Рисунок 6 – Расчетная траектория движения

УДК 621.926

Студ. И. А. Орлов

Науч. рук. доцент Вайтехович П.Е.

(кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПЛАНЕТАРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ЗАГЛАЖИВАЮЩИХ МАШИН

В данной работе предлагается метод определения скорости планетарного рабочего органа как альтернативы рабочим органам с вращательным движением. Для вращательного движения характерна линейная зависимость скоростей точек рабочего органа от угловой скорости и расстояния от центра вращения. При планетарном движении скорость каждой точки рабочего органа зависит от большего числа параметров: угла поворота водила, частоты вращения, радиуса обкатки, радиуса обкатываемых дисков, расстояния до рабочей точки. Причем, эта зависимость имеет нелинейный характер, что в некоторых случаях может иметь определяющее значение.

Основной характеристикой эффективности работы заглаживающей машины является степень заглаживания [1-2].

$$S = \frac{v_d}{v_m} \cdot R \quad (1)$$

где R — радиус обкатки;