агробизнеса; Под общей редакцией Богомягких В.А.. – Зерноград: Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2000. – 100 с.
2. Шевырев, Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шевырев Леонид Юрьевич. – Ростов-на-Дону, 2004. – 159 с.
3. Шевырев, Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шевырев Леонид Юрьевич. – Ростов-на-Дону, 2004. – 23 с.
4. Анализ современных способов посева зерновых культур / А.В. Жигайлов, С.А. Акименко, Р.Р. Сафаров [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 68-2. – С. 144-148.

Шевырев Л.Ю.

К определению формы частицы сыпучего материала

Донской государственный аграрный университет
(Россия, Зерноград)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-430

Аннотация

В данной статье представлены теоретические выкладки для определения формы частицы реального сыпучего тела. Определена форма зерна пшеницы, которая согласно представленным расчётам является параболической бочкой.

Ключевые слова: сыпучий материал, форма частицы, зерно пшеницы, параболическая бочка, коэффициент искажения формы, эллипс.

Abstract

This article presents theoretical calculations for determining the shape of a particle of a real bulk body. The shape of the wheat grain has been determined, which according to the presented calculations is a parabolic barrel.

Keywords: bulk material, particle shape, wheat grain, parabolic barrel, shape distortion coefficient, ellipse.

Все сельскохозяйственные сыпучие материалы подчиняются закону сухого трения (влажность от 14 до 16%). Поэтому в основу теоретического решения определения формы частицы реального сыпучего тела положена комбинированная механическая модель дискретного сыпучего тела проф. Л.В. Гячева – В.А. Богомягких, которая, кроме известных допущений бессводообразующей модели сыпучего тела Л.В. Гячева, включает допущения, позволяющие рассматривать процесс истечения сыпучих тел из выпускных отверстий ёмкостей с точки зрения образования в них статически устойчивых сводов.

Механическая модель сыпучего тела предполагает наличие следующих ограничений и допущений относительно формы, размеров и расположения зерен, характера их движения и вида трения между ними:

1. Сыпучее тело состоит из частиц, которые представляют собой одинаковые абсолютно твердые шары с некоторым постоянным углом укладки в объёме бункера.
2. Силы внутреннего трения между частицами и силы трения частиц о стенку бункера пропорциональны соответствующим нормальным усилиям (закон Кулона).
3. Размеры шаров несоизмеримы с размерами поперечных сечений бункера и высотой столба сыпучего тела в нём.
4. Движение реальных шаровых частиц в потоке сыпучего тела происходит без их относительного вращения.

5. Движение шаровых частиц в потоке происходит по пересекающимся линиям скольжения, эквидистантным образующей поверхности скольжения потока сыпучего тела, заключенного в ёмкости.

Все указанные допущения позволяют рассматривать дискретный характер протекания процессов, происходящих в зернистых сыпучих телах.

Кроме перечисленных допущений модель предполагает использовать следующие условия:

1. В процессе движения плотность сыпучего материала не изменяется (условие несжимаемости).
2. Угол укладки шаров сохраняется и в процессе движения (условие «ламинарности» движения).
3. Ввиду малости частиц сыпучее тело можно заменить эквивалентной в механическом смысле сплошной средой.
4. Угол естественного откоса равен приведенному углу внутреннего трения частиц сыпучего материала.

Существует три вида истечения сыпучих тел из выпускных отверстий ёмкостей: гидравлический, нормальный и смешанный. Это связанно с различным характером процесса формирования и движения сыпучих тел в ёмкостях, что обусловлено не только различием их форм и конструктивных параметров, но и различием физико-механических свойств сыпучих зернистых материалов. Форма частиц реальных сыпучих тел оказывает существенное влияние на процесс их истечения из бункеров зерновых сеялок и образования сводов. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

По методике, предложенной проф. Л.В. Гячевым [1], диаметр условной шаровой частицы определяется по формуле

$$d_{усл.} = \sqrt[3]{abc},$$

где a – ширина реальной частицы, то есть, максимальный размер её поперечного сечения;

b – длина частицы;

c – толщина частицы.

Формула диаметра условной шаровой частицы не учитывает форму частицы и является упрощенной.

Принятая модель сыпучего тела позволяет учитывать форму частиц реального сыпучего материала с помощью коэффициентов формы и искажения формы реальных частиц. С помощью этих коэффициентов реальная частица произвольной формы приводится к условной шаровой форме.

Определение коэффициентов формы и искажения формы частиц реальных сыпучих материалов вытекает из условий равенства масс и объемов условной шаровой $V_{усл.шар}$. и реальной частиц $V_{реал}$.

$$V_{услшар} = V_{реал}$$

На рисунке 1 приведена схема частицы произвольной формы реального сыпучего тела.

Объём частиц произвольной формы рассчитывается путем решения тройного интеграла от трех произвольных координат или размеров тела в пространстве (x, y, z).

$$V_{реал.} = \int_{X\min}^{X\max} \int_{Y\min}^{Y\max} \int_{Z\min}^{Z\max} (x, y, z)dxdydz.$$

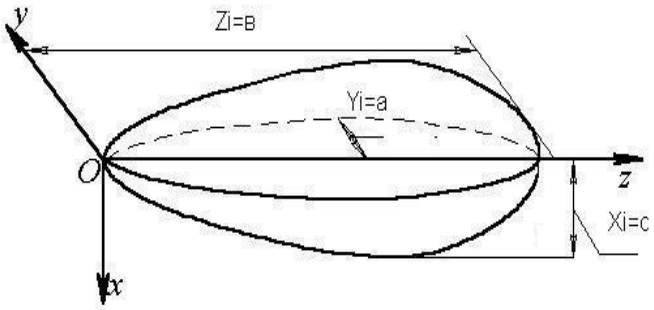


Рисунок 1. Схема реальной частицы произвольной формы.

Путем уравнивания объёмов реальной и условной шаровой частиц определяются коэффициенты формы и искажения формы реальных частиц.

Под коэффициентом формы частицы понимается числовое значение, которое зависит только от формы частицы реального сыпучего тела и не зависит от её индивидуальных размеров.

Под коэффициентом искажения формы реальной частицы понимается величина, постоянная для конкретной формы реальной частицы, определяемая как корень кубический из отношения двух конкретных размеров частицы сыпучего тела (большего её размера к её наименьшему размеру).

$$K_u = \sqrt[3]{\frac{b}{a}}.$$

Следовательно, используя принятое условие равенства объёмов частиц, получим зависимость

$$d_{усл.} = K_ф K_u a,$$

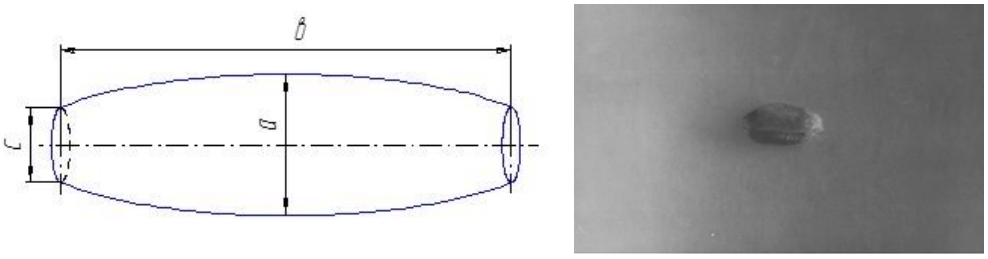
или

$$d_{усл.} = K_ф a \sqrt[3]{\frac{b}{a}}.$$

Последними исследованиями уточнено, что зерно пшеницы по своим основным размерам напоминает не форму эллипса, а форму параболической бочки, объём которой определяется по формуле

$$V = \frac{\pi b}{16}(2a^2 + ac + 0{,}75c^2).$$

Форма зерна схематически и натуральное зерно пшеницы представлены на рисунке 2



а) схема зерна пшеницы; б) натуральное зерно пшеницы
Рисунок 2. К определению коэффициента формы зерна пшеницы.

Приравнивая объём параболической бочки к объёму шара, получим

$$\frac{\pi b}{16}(2a^2 + ac + 0{,}75\,c^2) = \frac{\pi d_y^3}{6}.$$

Тогда условный диаметр зерна пшеницы определится из выражения

$$d_y \approx 0{,}6\sqrt[3]{b(2a^2 + ac + 0{,}75c^2)},$$

где $K\phi = 0{,}6$ – коэффициент, характеризующий форму зерна пшеницы;

$K_u = \sqrt[3]{b(2a^2 + ac + 0{,}75\,c^2)}$ – коэффициент искажения формы зерна пшеницы от шара.

***

1. Механика влажных сводообразующих зерновых материалов в бункерах / В.А. Богомягких, В.С. Кунаков, Н.С. Вороной, В.П. Трембич; Ростовский филиал Российской инженерной академии менеджмента и агробизнеса; Под общей редакцией Богомягких В.А.. – Зерноград: Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2000. – 100 с.
2. Шевырев, Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шевырев Леонид Юрьевич. – Ростов-на-Дону, 2004. – 159 с.
3. Шевырев, Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шевырев Леонид Юрьевич. – Ростов-на-Дону, 2004. – 23 с.
4. Анализ современных способов посева зерновых культур / А.В. Жигайлов, С.А. Акименко, Р.Р. Сафаров [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 68-2. – С. 144-148.

Ялалова З.Р., Базин Д.А.

Гребные электрические установки в судостроении

Казанский государственный энергетический университет (Россия, Казань)

doi: 10.18411/trnio-11-2023-431

Аннотация

В данной работе рассматриваются гребные электрические установки на постоянном токе. Выделены достоинства и недостатки использования электродвигателей на постоянном токе. Также проводится сравнение нескольких видов гребных электроустановок на судах ледового класса. Приводятся примеры судов, имеющих ту или иную электроустановку в качестве привода.

Ключевые слова: судостроение, гребной привод, электродвигатель, электроустановка, постоянный ток, переменный ток, мощность.

Abstract

In this paper, rowing electric installations with direct current are considered. The advantages and disadvantages of using direct current electric motors are highlighted. There is also a comparison of several types of rowing electrical installations on ice-class vessels. Examples of vessels with one or another electrical installation as a drive are given.

Keywords: shipbuilding, propeller drive, electric motor, electrical installation, direct current, alternating current, power.

Сейчас довольно большое внимание уделяется развитию логистики в связи с санкционными ограничениями. Одним из наиболее развивающихся направлений логистики сейчас является судоходство. В частности, в Российской Федерации – Северный морской путь.