

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СМЕСИТЕЛЕЙ

В статье проведен комплекс исследований, позволяющий увеличить качественный выход готовой продукции за счет оптимизации конструктивно-геометрических элементов геометрического моделирования рабочих поверхностей смесителей.

Ключевые слова: технологический процесс, оптимизация, смеситель, технический результат.

Успешное решение задач проектирования оборудования начинается с использования системы конструкторской документации, изучения стандартов и умелого применения справочной литературы.

Современные тенденции научно-технического прогресса, базируются на системном подходе в решении важного комплекса оптимизационных задач, которые могут быть сформулированы в виде графических или функциональных зависимостей.

Создание новой конструкции начинается с использования элементов геометрического моделирования поверхностей. Как правило, начальным этапом является определение (ограничение) рабочего пространства, от рациональной организации, которого зависят результаты технологического процесса. Рабочее пространство ограничивается планируемой формой, размерами, которой рассчитываются в зависимости от технологических условий, экономических возможностей и последующей целенаправленной эксплуатации [1].

На практике необходимость оптимизации возникает в результате решения многопараметрических задач с неоднозначными целями. Эта проблема связана с возникновением различных путей, позволяющих в определенных пределах, корректировать выбор конструктивных, физико-механических, режимных, энергетических параметров.

Для конкретного технологического процесса – смешивания, разработку оборудования следует начать с рабочей камеры и внутренних контактных поверхностей. Обязательным условием можно считать ее геометрические размеры обеспечивающие задаваемую производительность. Технический результат должен отражать качественный выход готовой продукции из проектируемого аппарата. До создания производственного образца, необходимо провести апро-

бацию в лабораторных условиях. Для интенсивного ведения процесса, при моделировании рабочей камеры, целесообразно использовать несколько геометрических поверхностей, определенным образом объединенных в целостную конструкцию. При необходимости строятся линии пересечения разработанных поверхностей, которые могут совпадать с местами их соединения, крепления (или монтажа).

Рассмотрим комбинированную рабочую камеру смесителя (рис. 1). Ее объем должен быть рассчитан из условий годового выпуска продукции, с учетом размещающихся внутри камеры рабочих органов (занимающих некоторую часть рабочего пространства). Комбинированная поверхность является составной, выполненной из верхней торообразной части (3) и нижней в виде усеченного конуса (1). Входное (4) и выходное (11) отверстия имеют цилиндрическую форму. Моделирование конструкции, включает в себя построение разверток перечисленных поверхностей, а также линий пересечения тора (3) с цилиндром (4) и конусом (1), и конуса (1) с цилиндром (11). Для построения линий пересечения, легче всего воспользоваться известными в начертательной геометрии ме-

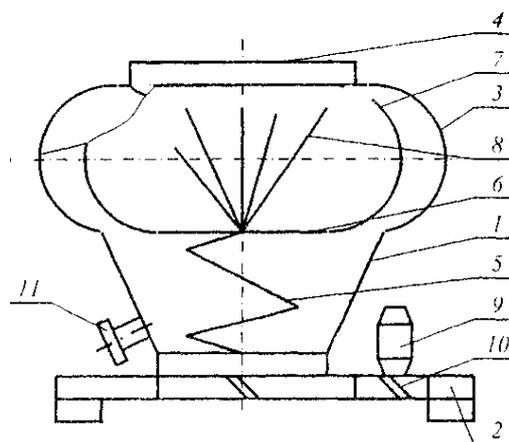


Рисунок 1. Смеситель с комбинированной рабочей камерой

тодами. В общих чертах это можно сформулировать так, чтобы построить линию пересечения поверхностей, нужно найти ряд общих точек, им принадлежащих, после чего соединить их в нужной последовательности. Линия пересечения поверхностей, в зависимости от их формы, в общем случае, может быть:

– плоской – окружностью, эллипсом или прямой линией;

– пространственной – кривой или ломанной. Ломаная линия получается при пересечении многогранников. Кривая – при пересечении двух кривых поверхностей или кривой поверхности и многогранного тела.

Рассматриваемая нами конструкция состоит из кривых поверхностей. При практическом изготовлении торообразной поверхности, приходится строить развертку в виде нескольких лепестков. Обычно разбивают поверхность на 12 частей, т. е. строят 12 лепестков, чем больше лепестков образует поверхность, тем точнее получится развертка. Площадь торообразной части смесителя может быть определена при использовании первой теоремы Гюльдена [2].

$$S = 4\pi IRr \quad (1)$$

где r – радиус круга,

R – радиус окружности, описанной центром тяжести круга.

При этом центр тяжести половины окружности, образующей внутреннюю поверхность торообразного смесителя (L), расположен на $14/33$ от центра круга.

Чаще всего, соединение лепестков осуществляют сваркой или клепкой. С экономической точки зрения, наоборот, чем меньше лепестков образует торообразную поверхность, тем менее затратным будет ее изготовление. Если использовать развертку с малым количеством лепестков, то полученная конструкция, с геометрической точки зрения, будет рассматриваться не как поверхность вращения, а как многогранное тело. Соответственно линии пересечения цилиндра и конуса с такой поверхностью будут иметь несколько иную форму.

Для определения влияния конструктивно-технологических параметров на результаты приготавливаемой смеси, необходимо экспериментально установить объем смеси, вытесняемый в смесительной камере:

$$V = v_{\text{см}} - v_{\text{н}} \quad (2)$$

где $v_{\text{см}}$ – объем смесительной камеры, $v_{\text{н}}$ – объем насадки.

Объем смесительной камеры, состоящей из торообразной верхней части и нижней части в виде усеченного конуса, вычисляется по формуле:

$$v_{\text{см}} = v_{\text{т}} + v_{\text{к}} \quad (3)$$

где $v_{\text{т}}$ – объем тора, определяемый по второй теореме Гюльдена

$$v_{\text{т}} = 2\pi^2 \cdot R \cdot r^2 \quad (4)$$

R – радиус окружности, описанной центром тяжести круга, r – радиус круга,

$v_{\text{к}}$ – объем усеченного конуса, определяемый по формуле:

$$v_{\text{к}} = \frac{1}{2} \pi \cdot h \cdot (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2) \quad (5)$$

R_1 – радиус большего основания,

R_2 – радиус меньшего основания.

$$v_{\text{н}} = \frac{1}{2} \pi \cdot h \cdot (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2), \quad (6)$$

d – диаметр стержня, H – высота стержня,

a – длина захода шнека, b – ширина,

c – высота, n – число заходов шнека,

L – внешний радиус сферы, l – внутренний радиус сферы, i – количество стержней.

$$V = 2\pi^2 \cdot R \cdot r^2 + \frac{1}{2} \pi \cdot h \cdot (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2) - \pi \frac{d^2}{4} \cdot \sum_{i=1}^n H_i + a \cdot b \cdot c \cdot n + \frac{4}{3} \pi (L^3 - l^3) - 1,31\pi L^3 \quad (7)$$

По итогам проведенных экспериментов строятся графические зависимости, которые наглядно представляют характер поведения сыпучей среды в различных диапазонах физико-механических, режимно-кинематических и конструктивно-технологических параметров.

Для определения зоны интенсивного течения процесса приготовления однородной смеси, воспользуемся элементами векторной оптимизации, которой подвергается комплекс параметров эффекта, построенных на основе внутренних характеристик системы [3].

При одном числе оборотов насадки и разной массе загрузки смесью различной влажности легче достигается продукт с необходимой степенью однородности при смешивании малых объемов меньшей влажностью с большим чис-

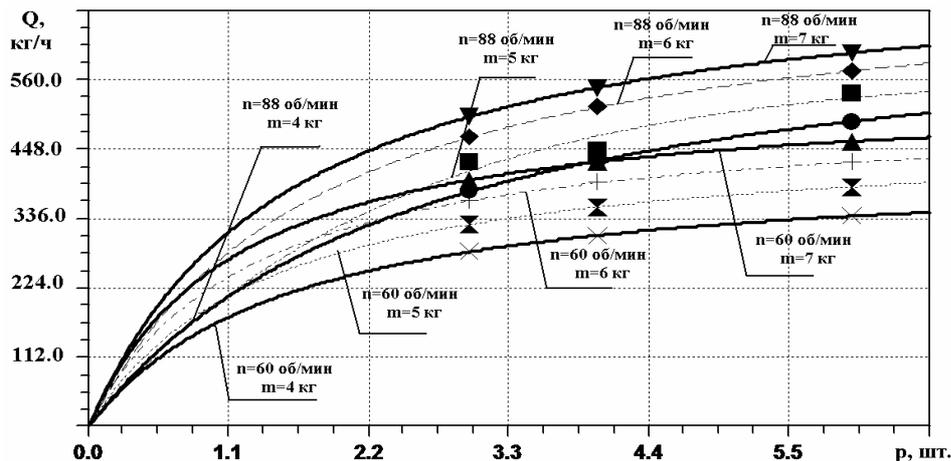


Рисунок 2. Графическая зависимость производительности смесителя Q от количества лопастей на насадке p при n=60 об/мин и n=88 об/мин

лом лопастей, а именно при загрузке смесью массой 3 кг, влажностью 14% и насадкой со сменным рабочим органом из шести лопастей (рис. 2).

Исследования показали, что, чем больше поверхность контакта смеси с рабочей поверхностью смесителя, тем интенсивнее протекает процесс смешивания, а значит можно изменять его продолжительность, влияя на производительность смесителя. Однако нельзя забывать, что усложнение геометрии поверхностей,

а именно наличие множества резких переходов конструкции, приводит к появлению негативных моментов, как образование мертвых зон в рабочей области машины, что плохо отражается на качестве смеси. Только умелое применение теоретических подходов инженерной геометрии в решении такой задачи как проектирование смесителей, является регулирующим моментом в достижении оптимальных значений производительности и качества смеси.

09.08.2010 г.

Список литературы:

1. Карташов Л.П., Иванова А.П., Межуева Л.В., Гунько В.В. Влияние конструктивно-технологических параметров на результат вибросмешивания // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – №3. – с.28-29.
2. Иванова А.П., Межуева Л.В. Моделирование геометрических поверхностей для вибросмесителей. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 104с.
3. Карташов Л.П., Иванова А.П., Межуева Л.В., Гунько В.В. Смешивание в кормопроизводстве. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007.

Сведения об авторах:

Иванова Анастасия Петровна, профессор кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент
 Межуева Лариса Владимировна, начальник патентного отдела Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент
 Гунько Виктория Викторовна, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности, Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
 Пискарева Татьяна Петровна, преподаватель кафедры физики металлов и наноструктур Оренбургского государственного университета
 Гетманова Наталья Валентиновна, аспирант Оренбургского государственного университета 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2331, тел. (3532)372459, e-mail: larisam57@mail.ru

Ivanova A. P., Mezhueva L.V., Gunko V.V., Getmanova N.B., Piskareva T.I.
 ENGINEERING GEOMETRY IN THE DESIGN OF MIXERS

The authors carried out the complex of studies, which makes it possible to increase the qualitative output of ready-made production due to the optimization of the structural-geometric elements of the geometric simulation of the working surfaces of mixers.

The key words: technological process, optimization, mixer, technical result.

References:

1. Kartashov LP, Ivanov AP, Mezhueva LV, Gunko VV Influence of structural and technological parameters on the result vibromeshivaniya / Engineering in Agriculture. - 2007. - № 3. - P.28-29.
2. Ivanov AP, Mezhueva LV Simulation of geometric surfaces for vibrosmesiteley. - Moscow: Editorial URSS, 2005. - 104s.
3. Kartashov, LP, Ivanov AP, Mezhueva LV, Gunko VV Mixing in feed production. - Orenburg.: State at OSU, 2007.