

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В статье рассматривается проведенный комплекс производственных исследований, который позволил разработать рекомендации по проектированию конструктивно-геометрических элементов, обеспечивающих вибросмесительный процесс.

Ключевые слова: технологический процесс, геометрическое проектирование, вибрационный смеситель.

Аспекты разработки любого технологического процесса содержат, как правило, теоретические, экспериментальные и аналитико-оптимизационные составляющие.

Для прогнозирования результатов исследований принимается чаще всего известная теоретическая база, на основе которой разрабатывается новый подход с частичным изменением и адаптацией отдельных моментов или выводится собственная теория, лишь постулативно опирающаяся на ранее полученные научные данные.

Технологический процесс завязан на определенное количество единиц оборудования, и по тому, насколько эффективно будет работать каждая единица в схеме, можно судить о целесообразности ведения процесса в целом. Рассматривая каждую отдельную составляющую в технологической цепочке и доводя ее до состояния, близкого к совершенству, можно получить точную производственную линию, обеспеченную оптимальными конструктивно-геометрическими, физико-механическими, режимно-кинематическими, экологическими, экономическими и другими составляющими.

Начальным, доминирующим звеном в этой системе считается конструкция каждой используемой производственной единицы.

В условиях ухудшения экономического положения и развивающейся кризисной ситуации целесообразно применять совершенные ресурсосберегающие технологии и оснащать производственные процессы эффективным оборудованием.

При проектировании конкретной машины или установки предлагается рабочая гипотеза в направлении ресурсосбережения, конструктивно-геометрического оформления, эксплуатационной надежности. На следующих этапах

учитываются условия экологической безопасности, возможности обслуживания, контроля технического состояния при эксплуатации и ремонтпригодность отдельных узлов. В зависимости от поставленных задач диапазон заданных или учитываемых условий может быть расширен.

В связи с тем, что конструктивно-геометрические составляющие являются стержневой основой проектирования оборудования, именно инженерная геометрия находится в постоянном поиске совершенных форм рабочих поверхностей. Обоснование необходимости использования разрабатываемой конструкции проходит различные этапы, начиная от стендов, имитирующих ее работу, лабораторных установок, патентных исследований и т. д. и заканчивая производственным образцом. Вся эта работа сопровождается предварительными экспериментами и выработкой критериальной оценки, позволяющей считать конструкцию удовлетворительной с точки зрения качества получаемой на ней продукции.

Прикладные исследования в области моделирования геометрических поверхностей с их дальнейшей апробацией позволяют решать задачи в широком многофакторном диапазоне.

На практике задачи оптимизации приходится решать вследствие того, что методы достижения поставленной цели не всегда однозначны.

Рассматривая конструкцию вибрационного смесителя, включающую в себя с точки зрения геометрического проектирования разные по форме и размерам поверхности контакта обрабатываемого материала с оборудованием, следует отметить, что интенсификация процесса, протекающего в нем, достигается за счет варьирования виброактивной площади.

Поиск оптимального конструктивного решения сопровождается использованием совокупных графических и экспериментальных методов. Проектируя форму поверхностей рабочих камер вибросмесителя, следует предусмотреть такие условия, как:

- корпус рабочей камеры лабораторной установки должен быть съемным и легко заменяемым, в зависимости от изменения условий технологического процесса;

- необходимо, чтобы его конструкция предусматривала возможность наблюдения за изучаемым технологическим процессом;

- в центре основания целесообразно выполнять приспособление для установки сменного набора рабочих органов;

- поверхность рабочей камеры должна ограничивать объем, обеспечивающий заданную производительность;

- при одном и том же полезном рабочем объеме форму камеры необходимо моделировать так, чтобы площадь ее внутренней поверхности имела максимальную величину;

- при выборе формы поверхности камеры следует отдавать предпочтение такой, которая не способствовала бы образованию внутри рабочего пространства мертвых (застойных) зон.

Все сказанное относится к гладким поверхностям рабочих камер, но для конструирования технологических аппаратов могут быть использованы элементы, позволяющие увеличить площадь виброконтакта в несколько раз, к таким следует отнести проектирование гофрированных поверхностей.

Геометрическое моделирование внутренних, жестко закрепленных в центре основания смесильной камеры рабочих органов может идти двумя путями, то есть с использованием простых или сложных (в виде комбинации нескольких различных) поверхностей. Техническим результатом геометрического моделирования будет являться увеличение площади виброконтакта, передающей вибрационный импульс, способствующий повышению эффективности смесеприготовления. Поставленная задача может быть достигнута при учете следующих условий:

- конструкция внутренней рабочей поверхности должна вытеснять из камеры наименьший объем смеси (то есть занимать минимальный объем);

- поверхность конструируется без резких переходов, которые ухудшают равномерность перемешивания по всему объему смесителя;

- площадь ее полезной виброактивной поверхности должна быть максимально развитой;

- материал, из которого изготавливается насадка, необходимо подбирать достаточно твердым, не оставляющим вмятин при соударении с частицами смеси и нетоксичным;

- для различных диапазонов дисперсности смешиваемых материалов подбирается модель насадки, обеспечивающая заданную однородность (эмпирически).

Использование элементов геометрического моделирования позволяет получать внутренние рабочие поверхности с большей виброактивной площадью и сложной конфигурацией.

Вводя геометрические элементы, усложняющие конфигурацию насадок, можно добиться регулирования угла отражения смешиваемых частиц при соударении их с поверхностью конструкции, позволяющего интенсифицировать движение приготавливаемой массы в рабочем пространстве смесителя.

В основе рассматриваемого аспекта конструктивного оформления лежит дифференциация причин, влияющих на проектирование смесителей, в соответствии с которыми и разрабатывается имитационная модель лабораторных и экспериментально-промышленных установок.

Анализ показывает, что, руководствуясь лишь площадью смесильного элемента, без учета его формы, невозможно получить желаемый результат, то есть большая площадь при сложной конфигурации может давать парадоксальный эффект, заключающийся в образовании мертвых зон в рабочем пространстве смесителя, которые негативно влияют на общую однородность приготавливаемой массы.

Системный подход к моделированию предполагает наложение определенных ограничений, связанных с технологическими условиями, с возможностями конструкций вибросмесителей, с качественными характеристиками приготавливаемой смеси.

Достаточно простой моделью может быть представлен комплекс конструктивно-технологических параметров, так как главным требованием к конструкции вибросмесителя является наличие наиболее развитой поверхнос-

ти виброконтакта при максимально возможном объеме:

$$Sv = \frac{m \cdot Kз}{S_{в.к.} \cdot \rho H}, (м)$$

где ρH – насыпная плотность, кг/м³;

$Kз$ – коэффициент загрузки смесителя;

$S_{в.к.}$ – площадь поверхности виброконтакта, м.

За критерий, вводимый в математическую модель процесса смешивания, может быть принят Sv , наиболее точно отражающий взаимосвязь площади виброконтакта с полезным объемом рабочего пространства. Например, для цилиндрических и торообразных рабочих камер он будет: $\frac{2}{R}$ (входящим в конкретный выходной параметр) [1].

Результаты экспериментальных исследований по влиянию на производительность смесителя различных геометрических поверхностей представлены графическими зависимостями – рисунок 1.

Объединение геометрических насадок в несколько условных групп позволяет, с одной стороны, провести некоторую их систематизацию по формам рабочих поверхностей, а с другой –

дает возможность определиться с их влиянием на выходные характеристики.

Это всего лишь один шаг поиска нового технического решения, который должен быть связан системно с другими вопросами, учитывающими многофункциональность оборудования, эффективность его работы на основе разнообразия режимов, физико-механических параметров, а также внутренней характеристики системы (величиной вибрационного импульса – i).

Задача не проста, так как всегда возникает дилемма, какие из свойств целесообразно учитывать и какие из учтенных занимают приоритетное положение, из чего следует, что этот вопрос может иметь несколько логических решений.

Вибрационный импульс i является связующим звеном между параметрами, характеризующими процесс вибросмешивания, и выходным качественно-энергетическим комплексом. При различных сочетаниях выделенных в параметрический комплекс показателей величина внутренней характеристики системы определяется:

$$i = \frac{m \cdot V \cdot A \cdot \tau \cdot k_{ж} \cdot k_{п}}{S_{в.к.} \cdot t \cdot d_3}, \text{ кг м/с}$$

где i – вибрационный импульс; $k_{ж}$ – коэффициент подвижности смеси, м; $k_{п}$ – коэффициент

Таблица 1. Виброактивные поверхности, применяемые для приготовления бинарных смесей

| Форма смесительного элемента | Площадь поверхности виброконтакта, $S_{в.к.}, м^2$ | Время смешивания, $t, с$ | Вибрационный импульс $i \cdot 10^{-6}, \text{ кг м/с}$ | Энергия, расходуемая на цикл смешения, $E, \text{ Кдж}$ | Степень однородности смеси, $M \%$ |
|---|--|--------------------------|--|---|------------------------------------|
|  Патент №2225748 | 0,0259 | 240 | 1,65 | 2,93 | 86,1 |
|  Патент № 2122891 | 0,0627 | 210 | 1,77 | 2,562 | 95 |
|  Патент № 2137536 | 0,1013 | 280 | 2,13 | 3,273 | 83,8 |
|  Патент №2189853 | 0,074 | 270 | 3,7 | 4,331 | 83,13 |
|  Патент №2185230 | | 210 | 1,6 | 2,7 | 95 |
|  Патент №2188065 | | 210 | 1,5 | 2,5 | 95 |

жесткости смеси, c ; ρ_n – насыпная плотность смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$; t – длительность протекания процесса, с ; V – объем, м^3 ; d_3 – эквивалентный диаметр смеси, м ; i – сдвиг, н ; m – масса, кг .

На энергетические показатели процесса влияет его продолжительность, которая связана с величиной вибрационного импульса и может быть представлена графическими зависимостями, рисунок 2 [2].

Результаты исследований, характеризующих зависимость продолжительности цикла перемешивания материала от величины вибрационного импульса, а также их дальнейшее влияние на выходные качественно-энергетические характеристики фрагментарно приведены в таблице 1 [1].

Функциональные зависимости, получаемые в процессе исследований, сложны для вос-

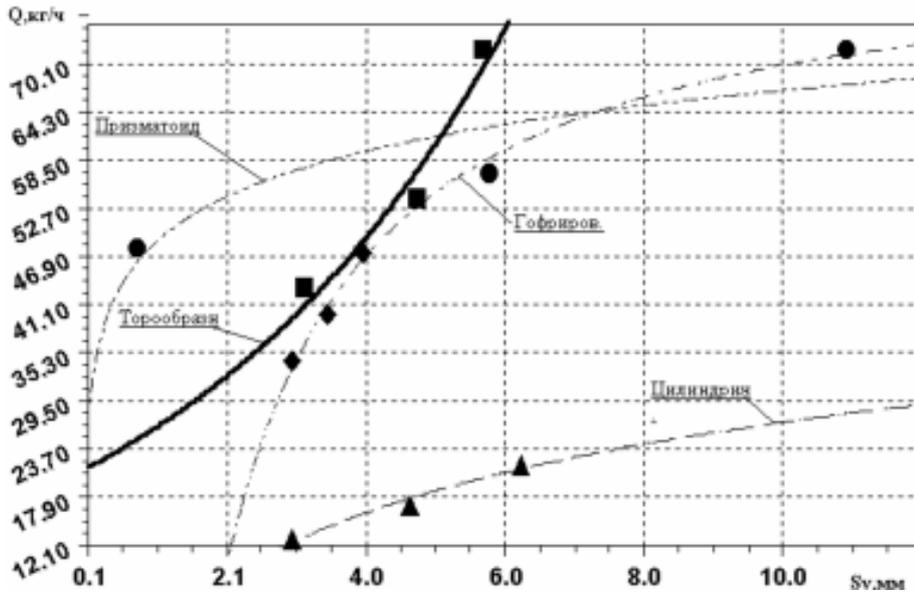


Рисунок 1. Влияние виброактивного параметра S_v на производительность Q при использовании вибросмесителей с различными формами рабочих камер

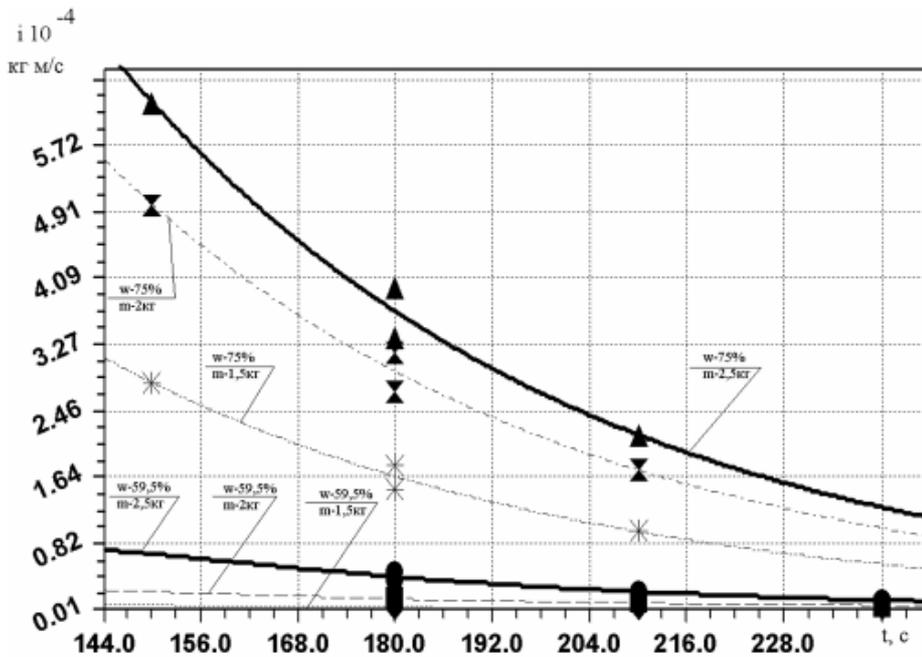


Рисунок 2. Зависимость величины виброимпульса i от продолжительности цикла перемешивания t

приятия и анализа, но эта информация представляет ценность с точки зрения прогноза научного результата.

Имеющиеся научные данные требуют дальнейших исследований для коррекции рекомендаций по ресурсосберегающему ведению процесса вибросмешивания.

Рекомендации по промышленному применению в качестве стимуляторов процесса внут-

ренних рабочих насадок предлагаемой формы основаны на сочетании ресурсосберегающей технологии и качественной результативности готовой продукции.

Проведенный комплекс производственных исследований позволил разработать **рекомендации** по проектированию конструктивно-геометрических элементов, обеспечивающих вибросмесительный процесс [3].

Список использованной литературы:

1. Иванова А.П. Влияние геометрических поверхностей на интенсификацию и оптимизацию процесса смешения компонентов при приготовлении сыпучих кормов. Монография. – Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2002. – 96 с.
2. Карташов Л.П., Межуева Л.В., Иванова А.П., Гунько В.В. Влияние конструктивно-технологических параметров на результат вибросмешивания. // Техника в с/х. 2007 №3, с. 28-29.
3. Рекомендации по проектированию конструктивно-геометрических элементов, обеспечивающих вибросмесительный процесс. Под руководством Л.П. Карташова (в соавторстве). Россельхозакадемия. М., 2004. 29 с.

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, e-mail: larisam57@mail.ru

Гунько Виктория Викторовна, кандидат технических наук, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Оренбургского государственного университета

Гетманова Наталья Валентиновна, аспирант Оренбургского государственного университета

Быков Артем Владимирович, доцент кафедры пищевой биотехнологии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук

Ivanova A.P., Mezhueva L.V., Gunko V.V., Getmanova N.V., Bykov A.V.
On influence of engineer geometry on forecasting the results of technological process
The article reviews industrial research, which made recommendations on the design of structural and geometric elements providing vibromixing process.
Keywords: workflow, geometric design, vibrating mixer.

Bibliography:

1. Ivanov A.P. Influence of geometric surfaces of the intensification and optimization of the process of mixing the components in the preparation of loose fodder. Monograph. - Orenburg.: Dat. Center Gray, 2002. - 96.
2. Kartashov L.P., Mezhuev L.V., Ivanova A.P., Gunko V. Influence of structural and technological parameters on the result vibromeshivaniya. // Technique in agriculture. 2007 № 3, pp. 28-29.
3. Recommendations for designing constructive geometric elements providing vibrosmesilny process. Under the leadership of L.P. Kartashova (co-authored). RAAS. M., 2004. 29 pp.