УДК/UDC 62-932.4 62-405.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБОЛОЧКИ ИЗ ЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE MIXING PROCESS INTENSIFICATION BY USING ELASTIC MIXER

М.В. СУХАНОВА, *канд. техн. наук, доц., кафедра «Теоретическая и прикладная механика»,* ***А.В. БОНДАРЕВ, С.В. МАЛИНОВСКИЙ, В.С. ВАНЬКОВ,*** *студенты, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, Россия, Зерноград*

M.V. SUKHANOVA, *cand. tech. sci.,* ***A.V. BONDAREV, S.V. MALINOVSKYI, V.S. VANKOV,*** *students, DGAU, Russia, Zernograd*

Приводятся результаты экспериментального исследования, подтверждающие научную гипотезу о возможности использования в качестве смешивающих устройств эластичных, существенно влияющих на интенсификацию процесса приготовления однородных сельскохозяйственных и иных сыпучих смесей за счет способности накапливать потенциальную энергию и передавать ее сыпучему телу в виде кинетической энергии движения смешиваемых частиц.

Ключевые слова*: сыпучее тело, эластичный смеситель, кинетическая энергия*

Введение. Всем известно, что смесительные устройства должны быть безвредными для здоровья людей, перемешивать быстро и качественно, с минимальным травмированием и повреждением частиц, с минимальными затратами на изготовление и эксплуатацию.

Как можно приготовить однородную смесь сыпучих продуктов? Путем их перемешивания. «Перемешать» – означает «переместить» частицы друг относительно друга, изменить их первоначальное положение, создать временный хаос, благодаря которому система частиц, находящихся в объеме смесителя, перешла бы из неоднородного состояния в однородную смесь. И этот хаос должен быть управляемым.

Материалы и методы. Эластичный, упруго-деформируемый рабочий орган предлагаемого эластичного смесителя, выполненный в виде цилиндрической оболочки, наилучшим образом отвечает этим требованиям, способствующим интенсификации процесса формирования однородных сыпучих кормовых смесей. Способность эластичных материалов сокращаться и растягиваться за короткий промежуток времени, выдерживая значительные знакопеременные напряжения, следует использовать для создания эластичных смесителей колебательного действия.

Механизм интенсификации процесса смешивания в эластичных смесителях был описан в работе «Предпосылки создания гибридной нечетко-динамической модели слабо формализованных эластичных систем смешивания» [1].

При падении частиц сыпучего тела на эластичную поверхность она вытягивается, за счет своих физико-механических свойств, удлиняясь и накапливая по-

тенциальную энергию.

Деформация эластичной поверхности при ударном воздействии на нее частиц сыпучего тела позволяет рабочему органу накопить дополнительную потенциальную энергию. Накопленная за счет деформации эластичного материала потенциальная энергия передается частицам сыпучего тела, преобразуясь в кинетическую энергию ускоренного движения частиц [1]. Кроме сдвигового смешивания происходит интенсивное ударное взаимодействие частиц при их отскакивании от эластичной поверхности оболочки. Интенсификация процесса смешивания происходит за счет эластичных свойств оболочки.

При падении частиц на жесткую поверхность видимых деформаций оболочки не наблюдается, и перемешивание частиц сыпучего тела происходит путем скольжения, сдвигового перемещения

Основная часть. Чтобы проверить предложенную гипотезу нами были проведены экспериментальные исследования.

Суть исследований заключалась в следующем.

В качестве компонентов смеси использовали просо и лен, как трудносмешиваемые, отличающиеся по физико-механическим свойствам компоненты, но подходящие по объемной массе и размерам к размерам лабораторной установки (табл.1).

Табл. 1.

Физико-механические свойства смешиваемых компонентов

Компонент	Объёмная масса, Н/м^3·10^3	Коэффициент внутреннего трения f	Материал	Коэффициент внешнего трения	Коэффициент динамического уплотнения $K_у$
Просо	6,6…8,5	0,41…0,43	сталь дерево резина	0,31 0,3…0,35 0,36…0,40	1,08
Семя льняное	6,5…7,7	0,46…0,66	сталь дерево резина	0,34…0,35 0,31…0,66 0,4…0,45	1,05…1,13

Режим смешивания был одинаков как при смешивании в эластичной оболочке, так и при смешивании в жесткой оболочке: амплитуда колебаний A = 70 мм, частота вращения коленчатого вала n = 120 мин$^{-1}$. Длина отсека составляла 240 мм, диаметр оболочки – 140 мм.

Смешивались два компонента – просо и семя льна, массой по 50 г каждый. Сначала смешивание производили в эластичной емкости, изготовленной из сетчатого материала, относительная деформация которого составляет ε = 0,40…0,45 (получена опытным путем при испытании на разрыв). Затем смешивание производили в емкости из жесткого прозрачного материала – полистрола, относительная деформация которого составляет ε = 0,1 [2].

Отсек смесителя, в котором происходило смешивание, был разделен на 6 ячеек (рис.1), в которые по очереди засыпали компоненты: просо – семена льна – просо – лен и т.д. (рис.1). Масса каждой порции составляла 50 г.

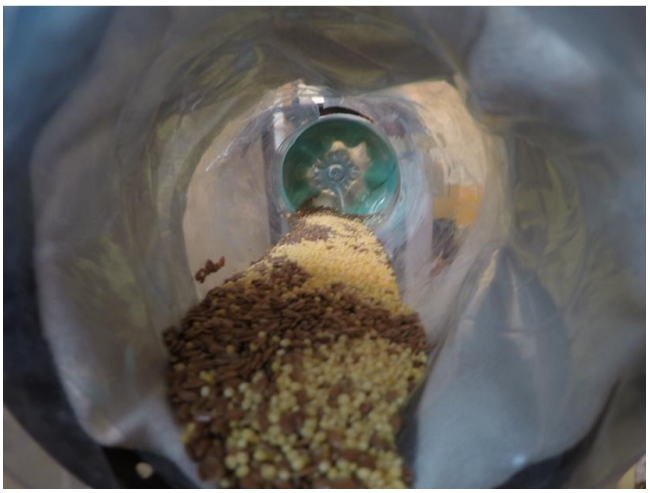



Рис. 1.
а – начало смешивания в эластичной оболочке б – начало смешивания в жесткой оболочке

Время смешивания составляло 1 мин. В эластичной оболочке смешение компонентов произошло в течение 15 сек. (рис.2).

В табл.2 приведены результаты смешивания эластичной оболочке в течение 15 секунд.

Табл. 2.

Соотношение компонентов смеси при смешивании в эластичной оболочке в течение пятнадцати секунд

Номер ячейки	Масса компонентов в ячейке, г и %	Просо, г и % от общего количества	Семена льна, г и % от общего количества	Соотношение компонентов
1	43,5 – 100%	25г – 57,5%	18,5 – 42,5%	1:1,35
2	48,5 – 100%	25,7 – 52,9%	22,8 – 47,0%	1:1,12
3	56,8 – 100%	28,1г – 49,3%	28,7 – 50,5%	1:0,98
4	73,3 – 100%	34,6 – 42,2%	38,7 – 52,8%	1:0,79
5	52,9 – 100%	27,3 – 51,6%	25,6 – 48,4%	1:1,07
6	60,9 – 100%	29,3 – 48,1%	31,6 – 51,9%	1:0,93

***Примечание**: 100%-ная однородность принималась при соотношении компонентов 1:1.*

Компоненты, смешиваемые в жесткой оболочке, лишь на второй минуте смешивания стали перераспределяться по оболочке (рис.3б).

В табл.3 приведены результаты смешивания эластичной оболочке в течение 15 секунд.

Табл. 3.

Соотношение компонентов смеси при смешивании в жесткой оболочке в течение двух минут

Номер ячейки	Масса компонентов в ячейке, г и %	Просо, г и % от общего количества	Семена льна, г и % от общего количества	Соотношение компонентов
1	48,5 – 100%	35г – 72,2%	13,5 – 27,8%	1:2,6
2	58,5 – 100%	39,7 – 67,9%	18,8 – 32,1%	1:2,11
3	56,8 – 100%	18,1г – 31,9%	38,7 – 68,1%	1:0,47
4	50,3 – 100%	14,6 – 29,03%	35,7 – 70,97%	1:0,41
5	32,9 – 100%	17,3 – 52,58%	15,6 – 47,4%	1:1,11
6	40,9 – 100%	29,3 – 71,64%	11,6 – 28,36%	1:2,53

***Примечание**: 100%-ная однородность принималась при соотношении компонентов 1:1.*



а – жесткая оболочка
Смесь через 2 мин. смешивания

Рис. 2.



б – эластичная оболочка
Смесь через 15 сек. смешивания

Результаты и выводы. Экспериментальные исследования подтвердили гипотезу о том, что использование в качестве смешивающих устройств оболочек изготовленных из эластичных материалов значительно сокращают время приготовления однородных смесей за счет способности накапливать потенциальную энергию и передавать ее сыпучему телу в виде кинетической энергии движения смешиваемых частиц.

Обсуждение и заключение. Экспериментальное исследование процесса получения многокомпонентных сыпучих смесей в эластичном смесителе продолжается для получения новых научных знаний о разрабатываемой экосистеме «эластичный смеситель – сыпучее тело».

Список литературы

1. Ерохин М.Н. Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. 311900 «Технология обслуж. и ремонта машин в АПК» / Соавт.: В.Я. Лимарев и др. – М.: Известия, 2002. – 462 с.
2. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач/ Генрих Альтшуллер. – 7-е изд. – М.:АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР, 2014. – 402с.
3. Иванов А.П. Динамика систем с механическими соударениями. – М.: Международная программа образования, 1997. – 336с.
4. Технология производства и переработки животноводческой продукции: Учебное пособие / Под общей ред. Н.Г. Марцева. – Калуга: «Манускрипт». 2005. – 688с.
5. Пат. 2345827 Российская Федерация, МПК B01F 3/18 Способ приготовления смеси сыпучих материалов [Текст] / Суханова М.В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – №2007113084; заявл. 09.04.07; опубл. 10.02.09, Бюл. №4. – 1 с.
6. Суханова М.В. Эластичный смеситель для приготовления сыпучих кормовых смесей – Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития современного общества [текст]: материалы VII международной научно-практической конференции, г. Москва. 28июня 2013г. / Науч.-инф. издат центр «Институт стратегических исследований» – М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. – 132с.

Библиографические ссылки

[1] – Суханова М.В., Суханов А.В. Предпосылки создания гибридной нечетко-динамической модели слабо формализованных эластичных систем смешивания // «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире» – материалы Международной научно-практической конференции30 сентября 2014 г., Россия, г. Санкт-Петербург с.45-50 Том 1 – 160с.
[2] – Интернет ресурс http://poliamid.ru/polistirol.