

Полученные результаты исследования рекомендуются агропредприятиям для разработки мер по совершенствованию системы управления охраной труда (СУОТ) в части планирования мероприятий по идентификации опасностей и оценке профессиональных рисков (п. 4.3.1 СТБ 18001–2009).

18.05.2016

Литература

1. Система управления охраной труда: СТБ 18001–2009. – Введ. 01.10.2009. – Минск: Госстандарт, 2009. – 17 с.
2. Азаренко, В.В. Обоснование безопасных условий эксплуатации промышленной плантации крупноплодной клюквы / В.В. Азаренко, Л.В. Мисун, А.Л. Мисун // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механиз. сельск. хоз-ва». – Минск, 2010. – Вып. 44. – Т. 2. – С. 139–146.
3. Мисун, Л.В. Профессиональный отбор операторов мобильной сельскохозяйственной техники как метод предупреждения производственного травматизма в АПК / Л.В. Мисун, А.Н. Гурина, А.Л. Мисун // Агропанорама. – 2011. – № 5. – С. 45–48.
4. Азаренко, В.В. Научно-методическое обеспечение исследований безопасности управления технологическими операциями на клюквенном чеке / В.В. Азаренко, А.Л. Мисун, А.Ю. Ларичев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2015. – Вып. 49. – С. 262–273.
5. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Методы оценки приспособленности к техническому обслуживанию: ГОСТ 26026–83. – Введ. 19.12.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
6. Азаренко, В.В. Результаты исследований безопасности труда на клюквенных чеках в условиях изменяющихся параметров производственной среды / В.В. Азаренко, А.Н. Леонов, А.Л. Мисун, А.Ю. Ларичев // Весці акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук. – 2016. – № 1. – С. 109–116.
7. Олянич, Ю.Д. Результаты теоретических исследований и моделирования условий безопасного функционирования человеко-машинных систем / Ю.Д. Олянич, В.С. Шкрабак, А.П. Лапин, А.Н. Лопатин // Охрана труда и здоровья работников АПК России: сб. тр. ВНИИОТ. – Орел: ВНИИОТ, 1993. – С. 32–40.
8. Мисун, Л.В. Обоснование режимов работы технического средства для ухода за клюквенным покровом промышленной плантации / Л.В. Мисун, А.Н. Леонов, В.В. Азаренко, А.Л. Мисун // Агропанорама. – 2010. – № 2. – С. 6–13.

УДК 631.363.7

М.В. Навныко
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь)

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА СПИРАЛЬНО-ЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Введение

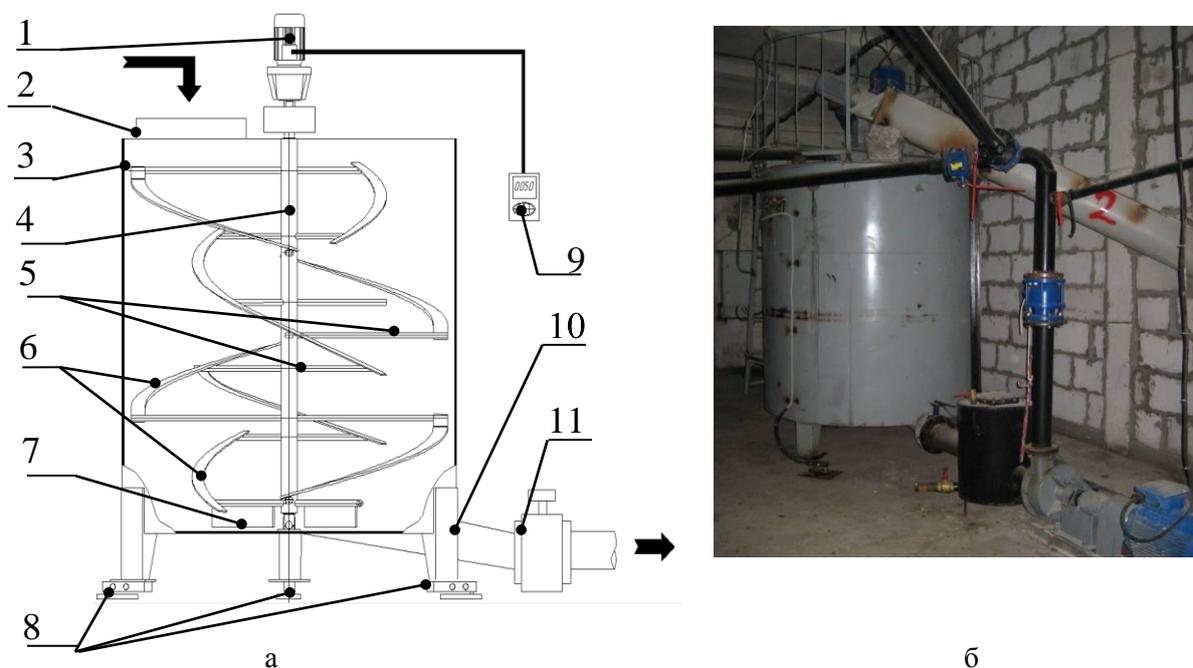
При обосновании основных параметров и режима работы спирально-лопастного смесителя влажных кормовых смесей, являющегося важнейшим элементом комплектов оборудования для их приготовления, наряду с теоретическими необходимо проведение экспериментальных исследований с целью получения математической модели функционирования данного смесителя, которая отражает взаимосвязь между

факторами, оказывающими существенное влияние на процесс приготовления влажной кормовой смеси, а соответственно, и на качество готового продукта.

Экспериментальная установка и применяемые контрольно-измерительные приборы

Для проведения экспериментальных исследований с целью обоснования основных параметров и режимов работы спирально-лопастного смесителя влажных кормовых смесей была разработана и изготовлена экспериментальная установка. Ее конструктивно-технологическая схема и общий вид представлены на рисунке 1.

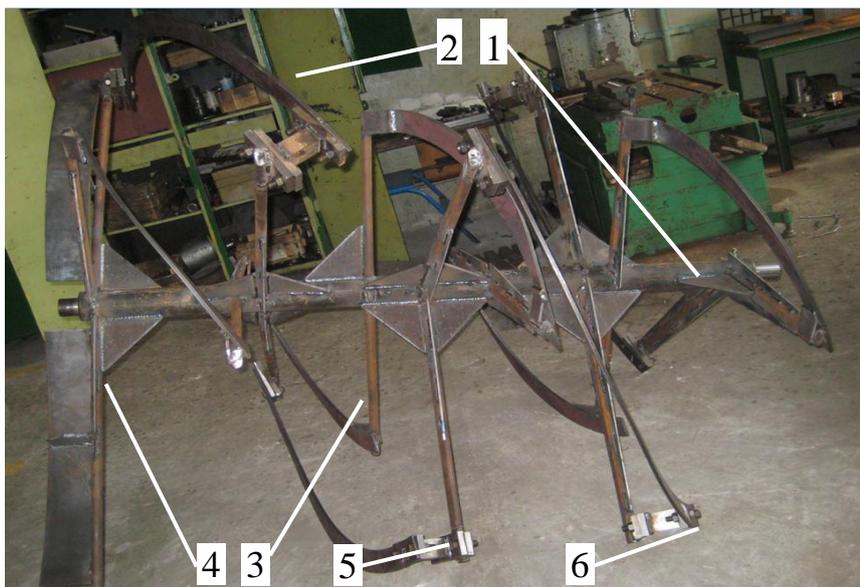
Цилиндрический корпус 3 (рисунок 1а) экспериментальной установки размещен на трех опорах с тензометрическими датчиками 8. В корпусе соосно установлен рабочий орган, представляющий собой вал 4, к которому посредством радиальных кронштейнов 5 крепятся наружные и внутренние лопасти 6 противоположной навивки и скребки 7 С-образной формы.



- 1 – мотор-редуктор; 2 – загрузочная горловина; 3 – корпус смесителя;
4 – вал рабочего органа; 5 – кронштейны; 6 – лопасти; 7 – С-образные скребки;
8 – опоры с тензометрическими датчиками; 9 – частотный преобразователь;
10 – выпускная горловина; 11 – задвижка
а – схема конструкции; б – общий вид

Рисунок 1. – Экспериментальная установка

Общий вид рабочего органа экспериментальной установки представлен на рисунке 2.



1 – вал; 2 – наружные лопасти; 3 – внутренние лопасти; 4 – С-образные лопасти; 5 – кронштейны крепления лопастей; 6 – установленные приспособления для изменения угла наклона лопасти

Рисунок 2. – Рабочий орган экспериментальной установки

Конструкция рабочего органа экспериментальной установки позволяла изменять как ширину внутренних и внешних лопастей посредством установки набора сменных лопастей в диапазоне 50; 60; 70 мм (рисунок 3), так и угол наклона лопастей к плоскости, перпендикулярной валу смесителя, в диапазоне 15–45° посредством специально изготовленного комплекта приспособлений (рисунок 4).



Рисунок 3. – Набор сменных лопастей



а



б

а – общий вид; б – элемент комплекта, установленный на экспериментальном рабочем органе

Рисунок 4. – Комплект приспособлений для изменения угла наклона лопасти относительно горизонтальной плоскости, перпендикулярной оси вала смесителя

Приводом рабочего органа экспериментальной установки служит мотор-редуктор 1 мощностью 5,5 кВт. Частота вращения рабочего органа экспериментальной установки изменяется посредством частотного преобразователя 9 (рисунок 1а).

Таким образом, конструкция экспериментальной установки позволяла как изменять основные конструктивно-режимные параметры в требуемом для исследований диапазоне, так и надежно стабилизировать их на нужном уровне, что позволило проводить экспериментальные исследования для изучения процесса смешивания компонентов влажной кормовой смеси, включающей комбикорма, воду и белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД).

Результаты исследований

Исследования экспериментальной установки проводились в производственных условиях в составе технологической линии приготовления влажных кормовых смесей на свиноводческих комплексах ЧУП «Свитино-ВМК» Бешенковичского района Витебской области и ОАО «Восходящая заря» Кобринского района Брестской области.

С целью сокращения количества опытов и объективной оценки результатов исследований был поставлен многофакторный эксперимент, который включал:

- выбор критерия оптимизации;
- анализ и выбор факторов, оказывающих наибольшее влияние на параметр оптимизации;
- построение плана и проведение эксперимента;
- обработку и анализ результатов экспериментальных исследований.

В результате построения и анализа статистической модели процесса функционирования смесителя влажных кормов получено уравнение регрессии, имеющее следующий вид:

$$\hat{y} = 8,43 - 0,161x_1 - 0,297x_2 - 0,097x_3 - 0,114x_4 + 0,138x_1x_4 + 0,075x_2x_3 + 0,235x_1^2 + 0,164x_2^2 + 0,081x_3^2. \quad (1)$$

По результатам полученных экспериментальных данных и на основании уравнения регрессии (1) были построены поверхности отклика и их линии уровня с помощью графического редактора «Statistica 6.0» [1].

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: окружная скорость вращения кромки внешней лопасти x_1 и ширина лопастей рабочего органа x_2 , представлены на рисунке 5.

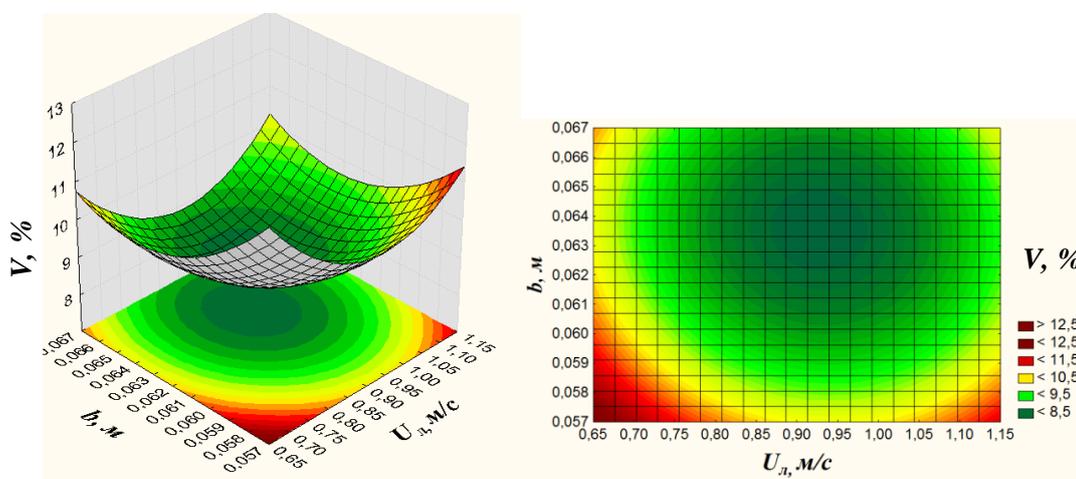


Рисунок 5. – Поверхность отклика $v = f(b; U_n)$ и линии уровня

Из рисунка 5 видно, что минимальное значение показателя неравномерности смешивания в рассматриваемом сечении поверхности отклика при прочих факторах ($x_3; x_4$), взятых на нулевом уровне, равно 7,42 % и имеет место при окружной скорости вращения кромки внешней лопасти $U_в = 0,9 \text{ м/с}$ и ширине лопасти $b = 0,06 \text{ м}$. На основании этого рисунка можно заключить, что оптимальные значения рассматриваемых факторов могут находиться в пределах $U_в = 0,9 \dots 0,95 \text{ м/с}$ и $b = 0,063 \dots 0,064 \text{ м}$.

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: окружная скорость вращения кромки внешней лопасти x_1 и время смешивания x_3 , представлены на рисунке 6.

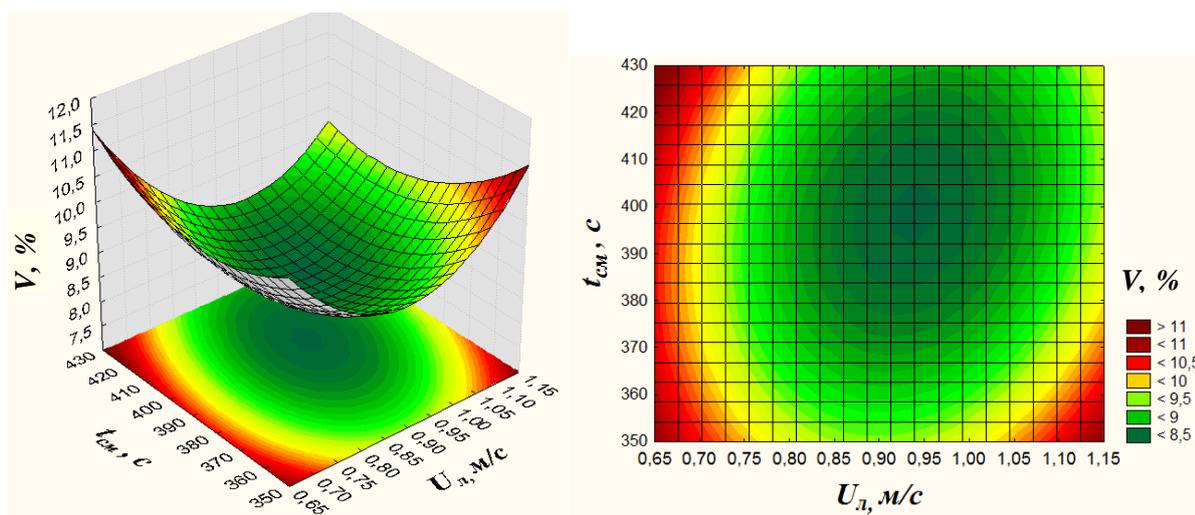


Рисунок 6. – Поверхность отклика $v = f(t_{см}; U_{л})$ и линии уровня

Анализ поверхности отклика и линий уровня, представленных на рисунке 6, показывает, что совместное взаимодействие факторов окружной скорости вращения кромки внешней лопасти x_1 и времени смешивания x_3 в области эксперимента имеет экстремум по показателю неоднородности смешивания в точке с $V = 7,75 \%$ при величине факторов соответственно $U_в = 0,9 \dots 0,95 \text{ м/с}$ и $t = 395 \text{ с}$.

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: окружная скорость вращения кромки внешней лопасти x_1 и угол установки лопастей к плоскости, перпендикулярной оси вала рабочего органа смесителя x_4 , представлены на рисунке 7.

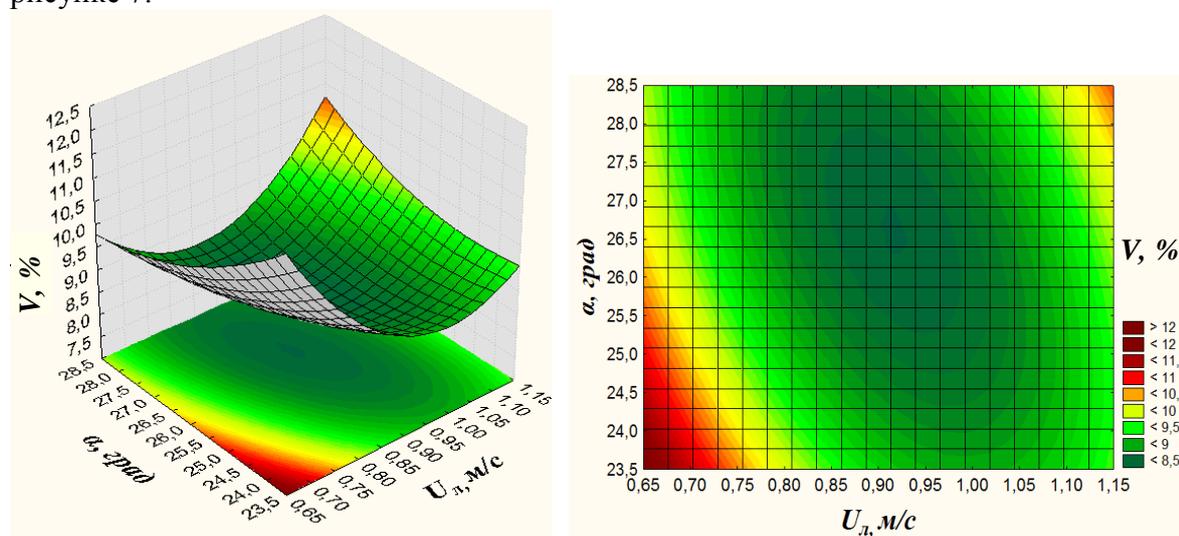


Рисунок 7. – Поверхность отклика $v = f(\alpha; U_{л})$ и линии уровня

Анализируя рисунок 7, видим, что наилучшее значение неравномерности смешивания в сечении области оптимума относительно ширины лопасти и времени смешивания при других факторах, зафиксированных на нулевом уровне, равно 7,48 %, а область оптимума находится в пределах окружной скорости вращения кромки внешней лопасти $U_{\text{в}} = 0,9 \dots 0,95 \text{ м/с}$ и угла установки лопастей к плоскости, перпендикулярной оси вала рабочего органа смесителя, $\alpha = 26 \text{ град}$.

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: ширина лопасти x_2 и время смешивания x_3 , представлены на рисунке 8.

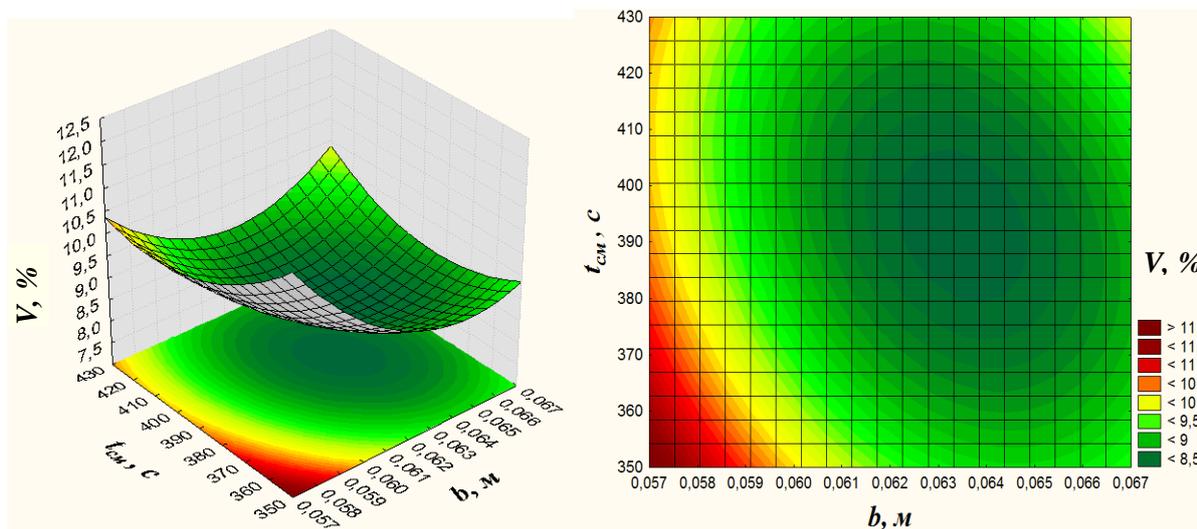


Рисунок 8. – Поверхность отклика $v = f(t_{\text{см}}; b)$ и линии уровня

Анализируя поверхность отклика и линии уровня, представленные на рисунке 8, видим, что наилучшее значение неравномерности смешивания в сечении области оптимума относительно ширины лопасти и времени смешивания при других факторах, зафиксированных на нулевом уровне, равно 7,48 %, а область оптимума находится в пределах ширины лопасти $b = 0,063 \dots 0,064 \text{ м}$ и времени смешивания $t = 390 \dots 395 \text{ с}$.

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: ширина лопастей рабочего органа x_2 и угол установки лопастей к плоскости, перпендикулярной оси вала рабочего органа смесителя x_4 , представлены на рисунке 9.

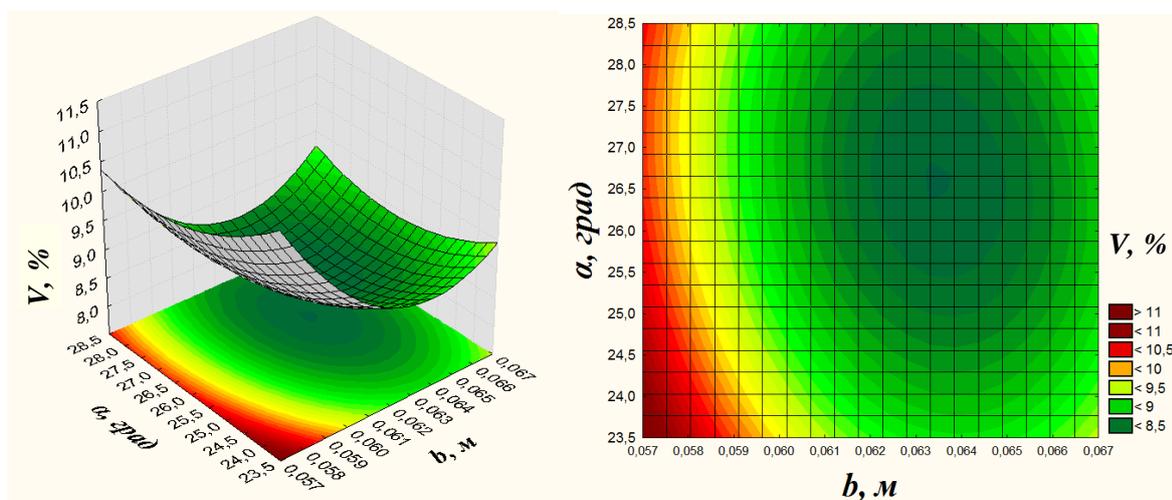


Рисунок 9. – Поверхность отклика $v = f(\alpha; b)$ и линии уровня

При рассмотрении поверхностей отклика и линий уровня, представленных на рисунке 9, можно сделать вывод, что совместное взаимодействие факторов: ширина

лопастей рабочего органа x_2 и угла наклона лопасти x_4 в области эксперимента имеет экстремум по показателю неоднородности смешивания в точке с $V = 7,75\%$ при величине факторов соответственно $b = 0,0635\text{ м}$ и $\alpha = 26,5^\circ$.

Поверхность отклика и линии уровня, описываемые уравнением (1) по факторам: времени смешивания x_3 и углу наклона лопасти x_4 , представлены на рисунке 10.

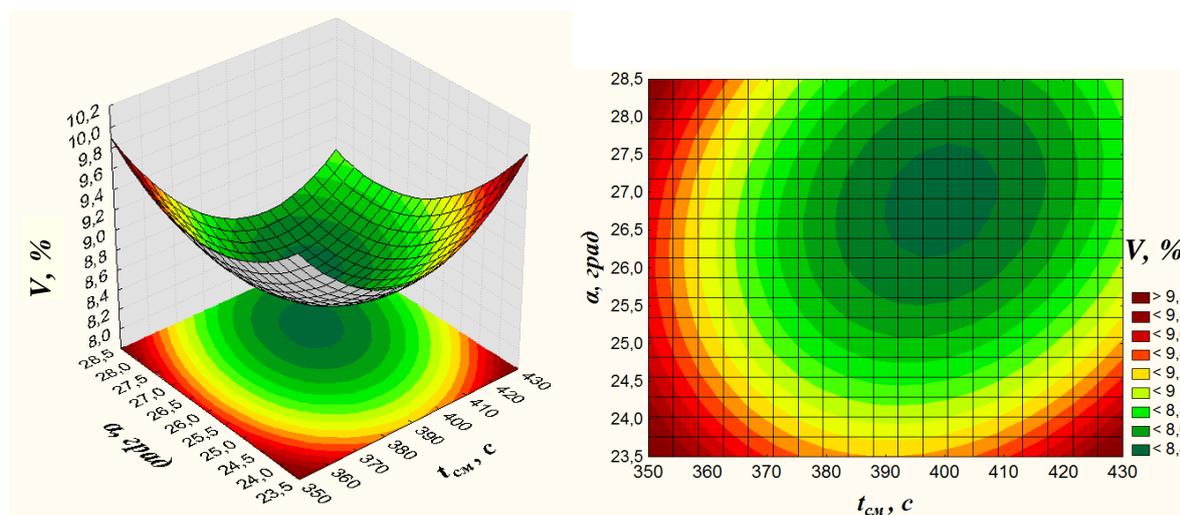


Рисунок 10. – Поверхность отклика $v = f(\alpha; t_{cm})$ и линии уровня

При рассмотрении поверхностей отклика и линий уровня, представленных на рисунке 10, можно сделать вывод, что совместное взаимодействие факторов времени смешивания x_3 и угла наклона лопасти x_4 в области эксперимента имеет экстремум по показателю неоднородности смешивания в точке с $V = 7,75\%$ при величине факторов соответственно $t = 400\text{ с}$ и $\alpha = 27^\circ$.

Анализ поверхностей отклика и их двумерных сечений показал, что центры эксперимента находятся в исследуемой зоне, что позволяет установить рациональные параметры для различных сочетаний факторов.

Наименьшее значение неоднородности смешивания $v = 8,276\%$ достигается при следующих значениях факторов: окружная скорость конца лопастей рабочего органа $U_g = 0,9\text{ м/с}$; ширина лопастей рабочего органа $b = 0,06\text{ мм}$, время смешивания $t = 395\text{ с}$; угол установки лопастей к плоскости, перпендикулярной оси вала рабочего органа смесителя, $\alpha = 26\text{ град}$.

Выводы

В результате построения и анализа статистической модели процесса функционирования смесителя влажных кормов (1) получены рациональные конструктивные и режимные параметры его работы: окружная скорость конца лопастей рабочего органа $U_g = 0,9\text{ м/с}$; ширина лопастей рабочего органа $b = 0,06\text{ м}$, время смешивания $t = 395\text{ с}$; угол установки лопастей к плоскости, перпендикулярной оси вала рабочего органа смесителя, $\alpha = 26\text{ град}$. При таких конструктивных и режимных параметрах функционирования смесителя неоднородность смешивания $v = 8,276\%$, что значительно ниже, чем допускается зоотехническими требованиями (до 15 %).

16.06.2016

Литература

1. Вознесенский, В.А. Принятие решения по статистическим моделям / В.А. Вознесенский, А.Ф. Ковальчук. – М.: Статистика, 1978. – 192 с.