

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 636.085.5

Д.Е. Каширин, А.А. Полякова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ – ОБОГАТИТЕЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ

D.E. Kashirin, A.A. Polyakova

RESEARCH OF INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE MIXER - THE DRESSER OF THE CONCENTRATED FORAGES ON POWER CONSUMPTION OF PROCESS OF MIXING

Каширин Д.Е. – д-р техн. наук, доц., зав. каф. электроснабжения Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань. E-mail: kadm76@mail.ru
Полякова А.А. – асп. каф. электротехники и физики Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань. E-mail: kadm76@mail.ru

Kashirin D.E. – Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Power Supply, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan. E-mail: kadm76@mail.ru
Polyakova A.A. – Post-Graduate Student, Chair of Electric Technique and Physics, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan. E-mail: kadm76@mail.ru

Одной из важнейших операций в технологии приготовления концентрированных кормов является смешивание, так как в процессе смешивания обеспечивается приготовление высококачественных кормов со строго определенной рецептурой. Для приготовления кормов, отвечающих современным требованиям, необходимо оборудование, в частности смесители, которые позволяют приготавливать корма как в условиях мелкого, так и среднего хозяйства. Для получения высокой молочной и мясной продуктивности необходимо, чтобы в крови животного постоянно находились вещества, требуемые для образования мяса и молока. Обеспечивается это, во-первых, организацией достаточно обильного и

бесперебойного кормления животных, а во-вторых, введением в рацион разнообразных компонентов, что позволяет сбалансировать рационы по всем питательным и биологически активным веществам, необходимым организму. Неравномерность уровня кормления коров в различные сезоны года может резко сказаться на изменении средних ежемесячных удоев стада. При сложившейся во многих хозяйствах структуре землепользования большие трудности в сбалансировании рационов для молочных коров складываются по причине некачественного приготовления концентрированных кормов. Важным условием роста производства продукции животноводства является укрепление и развитие кормовой базы.

Актуальной задачей, возникающей при организации кормления сельскохозяйственных животных, является качество смешивания концентрированных кормов. В статье описана методика исследования энергоёмкости процесса смешивания злаковых культур при использовании смесителя. Установлена адекватная эмпирическая зависимость влияния конструктивно-технологического шнекового смесителя на энергоёмкость. Выявлено рациональное сочетание экспериментальных факторов.

Ключевые слова: смешивание, концентрированные корма, шнековый смеситель-обоганитель, производительность.

One of the major operations in technology of preparation of the concentrated forages is mixing as in the course of mixing preparation of high-quality forages with strictly certain compounding is provided. The preparation of the forages meeting the modern requirements needs the equipment, in particular mixers which allow preparing forages as in the conditions of small and average economy. It is necessary for obtaining high dairy and meat efficiency that in animal blood constantly there were substances demanded for formation of meat and milk. It is provided, first, with the organization of rather plentiful and uninterrupted feeding of animals, and secondly, introduction to a diet of various components allowing to balance diets on all nutritious and biologically active agents necessary for an organism. Unevenness of feeding level of cows during various seasons of year can sharply affect change of average monthly yields of milk of herd. At the structure of land use which developed in many farms great difficulties in balancing of diets for dairy cows develop because of low-quality preparation of the concentrated forages. An important condition of increase in production of production of animal husbandry is strengthening and development of food supply. The actual task arising at the organization of feeding of farm animals is quality of mixing of the concentrated forages. In the

study the technique of research of power consumption of process of mixing of cereal cultures when using the mixer is described. Adequate empirical dependence of influence of the constructive and technological screw mixer on power consumption is established. The rational combination of experimental factors is revealed.

Keywords: *mixing, the concentrated forages, screw mixer dresser, productivity.*

Введение. Одним из важнейших условий эффективного развития животноводства является укрепление кормовой базы. Комбинированные корма – основной источник питательных веществ, необходимых для развития организма животного и повышения его продуктивности.

Для приготовления высококачественных, сбалансированных кормов в различных условиях производства необходимо оборудование, в частности смесители, которые отвечают целому ряду современных требований [1–3]: смесители должны быть универсальными, обеспечивать возможность обогащения концентрированных кормов премиксами, не измельчать зерно, а также обеспечивать низкую удельную энергоёмкость процесса смешивания и иметь высокую технологическую надёжность. Нами предпринята попытка создания конструкции смесителя – обогатителя концентрированных кормов, отвечающей предъявленным требованиям, предназначенной для использования в условиях мелкого и среднего хозяйства [4].

Цель исследования: установление рациональных конструктивно-технологических параметров смесителя – обогатителя концентрированных кормов, обеспечивающих минимальную энергоёмкость процесса смешивания.

Методы и результаты исследования. Для проведения экспериментальных исследований в соответствии с конструктивной схемой, представленной на рисунке 1, был изготовлен опытный образец смесителя – обогатителя концентрированных кормов (рис. 2).

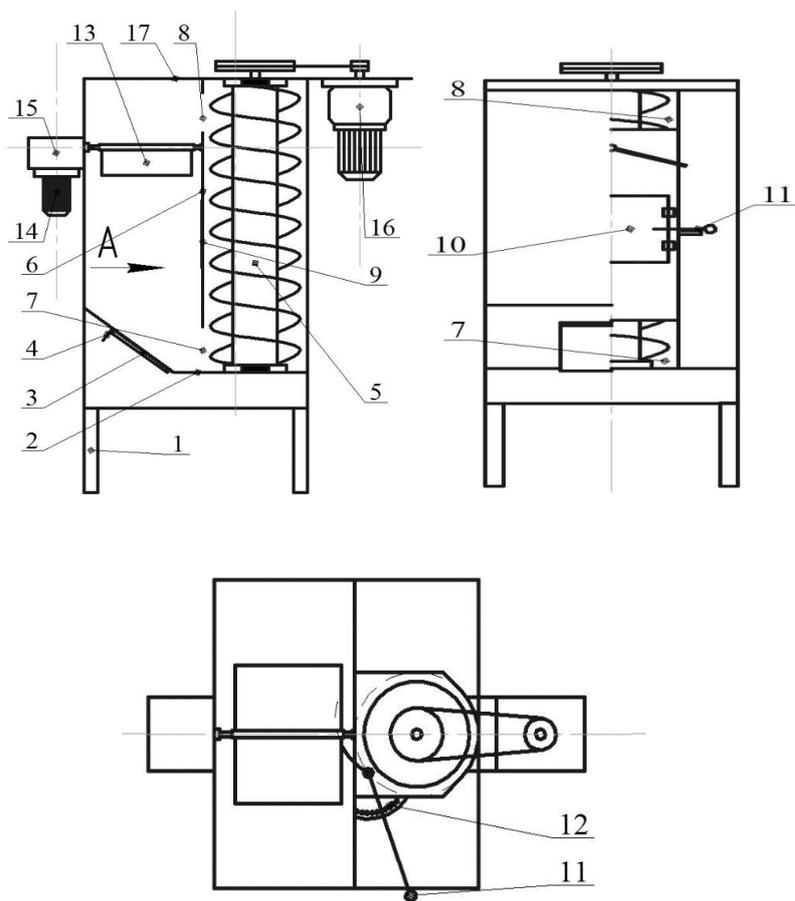


Рис. 1. Схема смесителя – обогатителя концентрированных кормов



Рис. 2. Внешний вид производственного образца смесителя – обогатителя концентрированных кормов во время проведения экспериментов

Смеситель состоит из рамы 1, на которой установлена смесительная камера 2, снабженная выгрузным окном 3, закрываемая посредством шиберной заслонки 4. Внутри смесительной камеры находится шнек 5, размещенный в трубе 6. Труба 6 снабжена окнами: загрузочным 7 и выгрузным 8, а также перепускным окном, расположенным в средней части трубы 9. Окно 9 имеет возможность частично или полностью перекрываться заслонкой 10, приводимой в действие посредством ручки 11, фиксируемой устройством 12. В верхней части смесительной камеры расположен электромеханический активатор 13, приводимый в действие от электродвигателя 14 через редуктор 15. Установка снабжена мотор-редуктором 16, приводящим в действие шнек 5, и загрузочной горловиной 17.

Работа смесителя осуществляется следующим образом: различные виды концентрированных кормов через горловину 17 засыпаются в рабочую камеру 2 таким образом, чтобы было закрыто окно 9. Далее в работу включается шнек 5 и электродвигатель 14. Шнек забирает концентрированные корма из нижней части корпуса 2 и транспортирует к верхнему окну 8, через которое происходит выгрузка зерна. Зерно поступает на наклонные лопасти электромеханического активатора 13, при этом струйность движения концентрированного корма нарушается, что значительно ускоряет процесс смешивания. После 3–4 циклов циркуляции концентрированного корма смесь приобретает однородные свойства и выгружается через окно 3 при открытии шиберной заслонки 4. При необходи-

мости смешивания измельченных видов зерна и обогащении их сыпучими кормовыми добавками используют заслонку 10, которая частично приоткрывается. При этом открывается среднее окно 9, через которое часть зерна из шнека 5 выходит в бункер 2. Таким образом достигаются дополнительные условия смешивания, обеспечивающие высокую однородность компонентов с относительно мелким гранулометрическим составом.

Из априорной информации известно, что на исследовательский процесс наиболее значимое влияние оказывают следующие факторы [5–8]:

- частота вращения шнека-смесителя (X_1), об/мин;
- угол отклонения шнека от вертикального положения (X_2), град.;
- величина открытия перепускного окна (X_3), град.

Критерием оптимизации рабочего процесса смесителя-обогатителя являлась энергоемкость, кВт/ч, которую определяли по следующей формуле: $E = N/Q$, где Q – производительность смесителя-обогатителя, т/ч; N – мощность, потребляемая электродвигателем, приводящим смесительный шнек, кВт.

Исследования проводили в соответствии с трехуровневым трехфакторным планом проведения опытов второго порядка [9], предусматривающим проведение 27 опытов. Уровни варьирования факторов в процессе исследования выбирали, основываясь на результатах предварительно проведенных опытов, их числовые значения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Факторы и уровни их варьирования

Уровень	Частота X_1 , мин ⁻¹	Угол отклонения шнека X_2 , град.	Угол раскрытия заслонки X_3 , град.
Высш. ур. (+1)	70	9	90
Ср. ур. (0)	50	4,5	45
Низ. ур. (-1)	30	0	0

Опыты проводились с трехкратной повторностью в каждой точке.

В рабочую камеру смесителя засыпали зерно трех видов (рожь, пшеница, овес) в равном по массе количестве, после чего смеситель приводили в действие. После того как качество приготавливаемой смеси достигало требуемых показателей, из выгрузного окна смесительного шнека отбирали пробу объемом 5 л, при этом

замеряли время наполнения емкости приготовленной смесью. Одновременно измеряли мощность, потребляемую электродвигателем смесителя, посредством прибора К-50. Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке, после чего была построена математическая модель, описывающая исследуемый процесс:

$$E(X_1, X_2, X_3) = 2,73 - 0,0413 \cdot X_1 - 0,3206 \cdot X_2 + 0,0023 \cdot X_3 + 0,0018 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,0004 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,0002 \cdot X_1^2 + 0,0153 \cdot X_2^2 + 0,000003 \cdot X_3^2 .$$

Все факторы оказались значимыми. В среде была проведена оптимизация полученной математической модели, в результате чего установлено, что критерий оптимизации достигает минимума, равного 0,166 (кВт·ч)/т, внутри области факторного пространства при следующим

сочетании факторов ($X_1 = 70$ об/мин; $X_2 = 7,42^\circ$; $X_3 = 76,3^\circ$).

На рисунках 3–5 представлены установленные зависимости критерия оптимизации из двух исследуемых факторов, третий фактор зафиксирован.

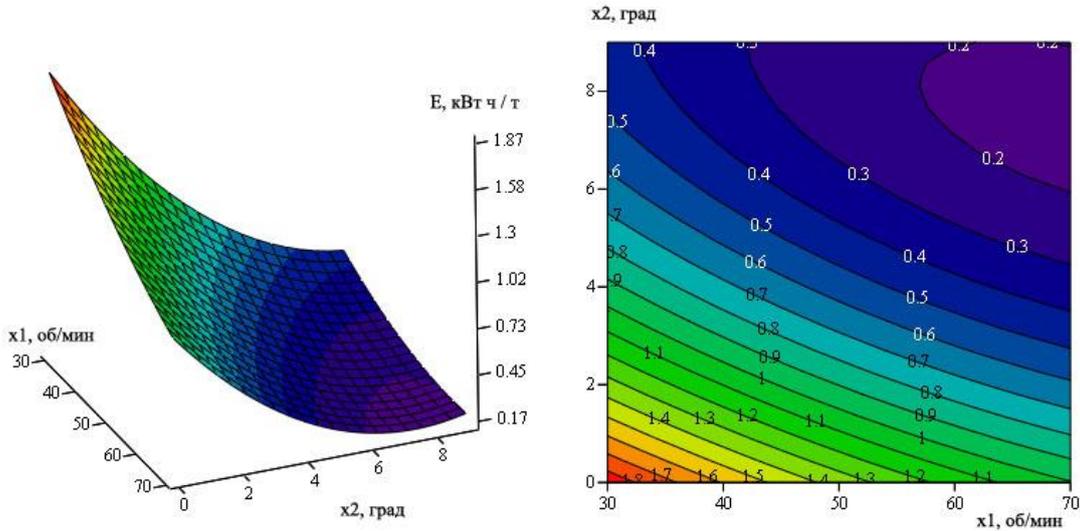


Рис. 3. Зависимость энергоемкости процесса E , кВт·ч/т, от частоты X_1 , об/мин, и угла X_2 , град., при фиксированном значении угла отклонения заслонки X_3 , град., на оптимальном уровне

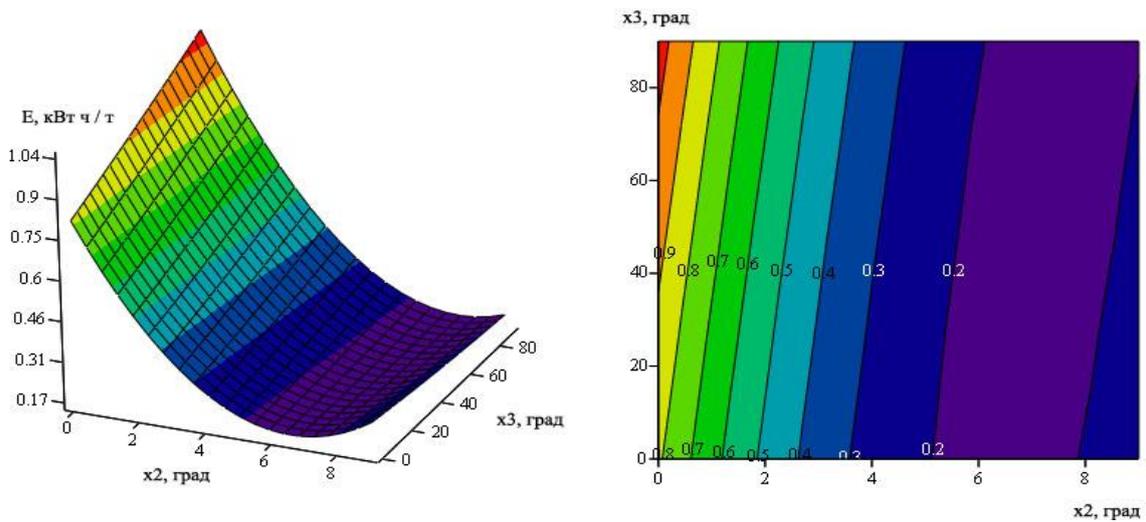


Рис. 4. Зависимость энергоемкости процесса E , кВт·ч/т, от угла X_2 , град., и угла отклонения заслонки X_3 , град., при фиксированном значении частоты X_1 , об/мин, на оптимальном уровне

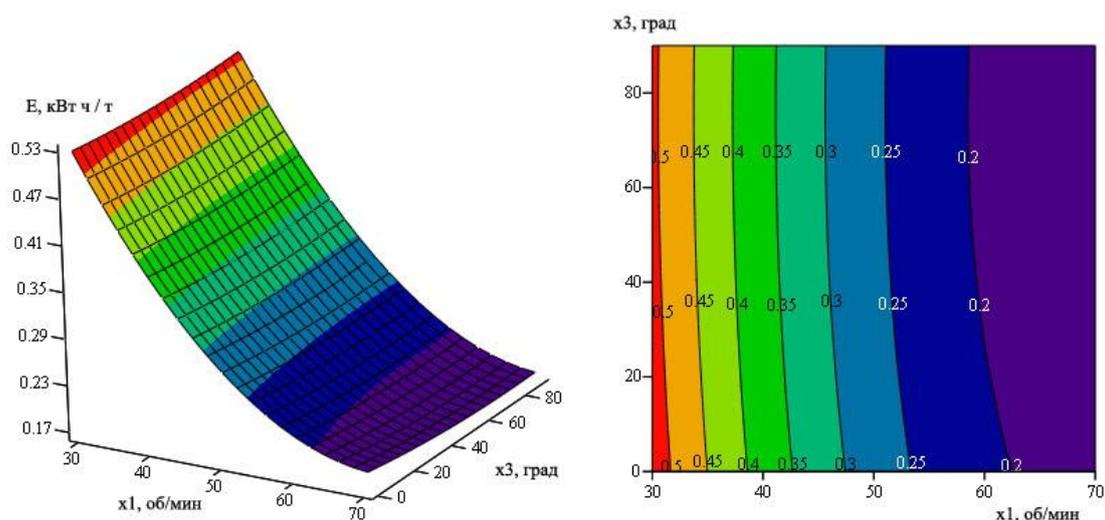


Рис. 5. Зависимость энергоёмкости процесса E , кВт·ч/т, от частоты X_1 , об/мин, и угла отклонения заслонки X_3 , град., при фиксированном значении угла X_2 , град., на оптимальном уровне

Вывод. Анализ полученных зависимостей показывает, что все исследуемые факторы значимо влияют на энергоёмкость рабочего процесса смесителя-обогапителя. Наиболее значимое влияние оказывает величина угла отклонения шнека от вертикального положения, о чем свидетельствует максимальное значение величины коэффициента в математической модели. Точное выполнение концепции смесителя-обогапителя в соответствии с результатами эксперимента позволило довести энергоёмкость технологического процесса до 0,166 (кВт·ч)/т.

Литература

1. Механизация животноводства в вопросах и ответах / С.И. Щербаков, В.В. Коновалов, А.А. Курочкин [и др.]. – Самара, 2007.
2. Механизация технологических процессов животноводства / А.А. Курочкин, В.Н. Стригин, С.И. Щербаков [и др.] // Программа для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – М., 1998.
3. Щербаков С.И., Коновалов В.В., Дмитриев В.Ф. Механизация технологических процессов животноводства. – Пенза, 2006.
4. Полякова А.А., Каширин Д.Е., Милютин М.А. Обзор современных технических средств для приготовления и раздачи кормов и пути их совершенствования // Мат-лы между-

- нар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Иркутск, 2015. – С. 216–221.
5. Утолин В.В., Гришков Е.Е. Классификация дозаторов кормов // Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГАТУ им. П.А. Костычева. – Рязань, 2012. – С. 100–103.
6. Конструктивно технологические параметры спирального смесителя / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.А. Полякова [и др.] // Сельский механизатор. – Рязань, 2015. – № 1.
7. Утолин В.В., Гришков Е.Е., Лавров А.М. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров в спирального смесителя // Вестн. РГАТУ. – Рязань, 2015. – № 7. – С. 28–29.
8. Хмыров В.Д., Миронов В.В. Экспериментальные исследования по определению пористости компостируемой смеси // Естественные и технологические науки. – 2003. – № 1 (4). – С. 83–88.
9. Мельников С.В., Роцин П.М., Алешкин В.Р. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

Literatura

1. Mehanizacija zivotnovodstva v voprosah i otvetah / S.I. Shherbakov, V.V. Konovalov, A.A. Kurochkin [i dr.]. – Samara, 2007.

2. *Mehanizacija tehnologicheskikh processov zhivotnovodstva / A.A. Kurochkin, V.N. Strigin, S.I. Shherbakov [i dr.] // Programma dlja vysshih sel'skohozjajstvennyh uchebnyh zavedenij. – M., 1998.*
3. *Shherbakov S.I., Konovalov V.V., Dmitriev V.F. Mehanizacija tehnologicheskikh processov zhivotnovodstva. – Penza, 2006.*
4. *Poljakova A.A., Kashirin D.E., Miljutin M.A. Obzor sovremennyh tehnikeskikh sredstv dlja prigotovlenija i razdachi kormov i puti ih sovershenstvovaniya // Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. – Irkutsk, 2015. – S. 216–221.*
5. *Utolin V.V., Grishkov E.E. Klassifikacija dozatorov kormov // Sb. nauch. tr. prepodavatelej i aspirantov RGATU im. P.A. Kostycheva. – Rjazan', 2012. – S. 100–103.*
6. *Konstruktivno tehnologicheskie parametry spiral'nogo smesitelja / V.V. Utolin, E.E. Grishkov, A.A. Poljakova [i dr.] // Sel'skij mehanizator. – Rjazan', 2015. – № 1.*
7. *Utolin V.V., Grishkov E.E., Lavrov A.M. Teoreticheskoe obosnovanie konstruktivno – tehnologicheskikh parametrov spiral'nogo smesitelja // Vestn. RGATU. – Rjazan', 2015. – № 7. – S. 28–29.*
8. *Hmyrov V.D., Mironov V.V. Jeksperimental'nye issledovanija po opredeleniju poristosti kompostiruemoj smesi // Estestvennye i tehnologicheskie nauki. – 2003. – № 1 (4). – S. 83–88.*
9. *Mel'nikov S.V., Roshhin P.M., Aleshkin V.R. Planirovanie jeksperimenta v issledovanijah sel'skohozjajstvennyh processov. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.*



УДК 674.047.3-047.58

А.Н. Качанов, Д.А. Коренков

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА ВЛАЖНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ВАКУУМНО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

A.N. Kachanov, D.A. Korenkov

MODELLING OF PROCESS OF HIGH-FREQUENCY HEATING OF WET TIMBER IN THE VACUUM DIELECTRIC DRYING CHAMBER

Качанов А.Н. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. электрооборудования и энергосбережения Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева, г. Орел. E-mail: kan@ostu.ru

Коренков Д.А. – ст. преп. каф. электрооборудования и энергосбережения Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева, г. Орел. E-mail: dimas.corenkov@yandex.ru

Kachanov A.N. – Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Electric Equipment and Energy Saving, Oryol State University named after I.S. Turgenev. Oryol. E-mail: kan@ostu.ru

Korenkov D.A. – Asst, Chair of Electric Equipment and Energy Saving, Oryol State University named after I.S. Turgenev, Oryol. E-mail: dimas.corenkov@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы высокочастотного диэлектрического нагрева при сушке древесины в вакуумно-диэлектрических сушильных камерах. Так как размеры загрузки обычно соизмеримы с длиной электромагнитной волны, распределение электромагнитного поля приобретает волновой характер. Неоднородность поля является причиной неравно-

мерности температуры по длине загрузки. В результате неравномерного нагрева и сушки образуются дефекты, снижающие качество высушенного пиломатериала и увеличивающие брак продукции. В итоге увеличиваются удельные затраты электроэнергии на сушку, которые и так высоки для данного типа камер. Конечной целью исследования является