

УДК 66.047

**О ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЛОЩАДКАХ
ПРИ НИЗКО- И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
КОНДУКТИВНО-БАРАБАННОЙ СУШКЕ
ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Н.Ц. Гатапова, В.И. Коновалов, А.Н. Колиух, А.Н. Пахомов

*Кафедра «Химическая инженерия»
(«Процессы и аппараты химической технологии»), ТГТУ*

Ключевые слова и фразы: кондуктивная сушка; миграция растворенных веществ; объемное псевдокипение; поверхностное испарение; сушка дисперсий; сушка тканей; температурные площадки.

Аннотация: Исследованы процессы кондуктивной сушки волокнистых материалов и жидких дисперсий на обогреваемых барабанах при температурах ниже и выше 100 °С. Показаны особенности температурных площадок на кинетических кривых сушки. Подтверждена возможность использования ранее опубликованных методик для инженерных расчетов кондуктивной сушки этих материалов.

Кондуктивная (контактная) сушка, благодаря высокой интенсивности, экономичности, малому времени обработки и ряду других достоинств, давно и широко применяется в ряде отраслей промышленности [1 – 19]. Однако реально она изучена значительно меньше конвективной сушки [2, 6, 9, 12, 13, 18, 20 – 26], несмотря на проведенные крупные исследования [1, 6, 22, 27 – 29], в том числе работы последних лет [30 – 33]. Это объясняется, прежде всего, сложностью, трудоемкостью и большими погрешностями экспериментов, связанными с невозможностью прямого непрерывного взвешивания материала на теплоподводящей поверхности, малой толщиной и быстрым изменением влагосодержаний и температур в высушиваемых материалах. Механизм переноса тепла и влаги при кондуктивной сушке до сих пор во многом не ясен. Соответственно на практике обычно используются балансные или упрощенные кинетические методы тепловых расчетов, а все технологические и прочие вопросы решаются на основе прямых экспериментов.

Настоящая публикация продолжает цикл работ по процессам кондуктивных сушки, нагрева и охлаждения, выполняемых в ТГТУ в школе В.И. Коновалова, на базе единого методологического подхода к исследованию механизма и кинетики тепло- и массопереноса при обработке материалов различной природы и при разных способах теплоподвода [34 – 38].

В предыдущих работах [5, 37 – 43 и др.] было показано, что при исследовании сушильных процессов для материалов с существенной температурной кине-

тикой наиболее информативным и надежным является анализ температурных $T(\tau)$ и температурно-влажностных $T(u)$ зависимостей (ТВЗ). Температурные кривые $T(\tau)$ и $T(u)$ обычно имеют выраженные «температурные площадки» («plateau») или изменения знака кривизны (перегибы). Температурные площадки при сушке соответствуют стабилизации температуры материала и временному динамическому равновесию в результате равенства подводимого и расходуемого на испарение потоков тепла. Для конвективной сушки «базовыми» являются две площадки: вблизи температуры мокрого термометра $T_{\text{мт}}$ и вблизи температуры кипения жидкости $T_{\text{кип}}$. Площадки вблизи $T_{\text{мт}}$ соответствуют поверхностному испарению влаги и миграции растворенных веществ к поверхности, вблизи $T_{\text{кип}}$ – объемному «псевдокипению» без миграции при возможном возникновении внутреннего избыточного давления в материале. По числу площадок (одна или две) при разных температурных условиях конвективной сушки (температура воздуха или другого сушильного агента выше или ниже $T_{\text{кип}}$, для воды – 100 °С) предложено различать 6 базовых кинетических типов процессов и материалов. Существование всех этих 6 типов ТВЗ при конвективной сушке является общей закономерностью для материалов с несвязанной структурой (жидких дисперсий, растворов и пр.), так как их начальное состояние при разном начальном влагосодержании можно изменять от текучей жидкости до реологически сложной пасты. Для материалов с фиксированной начальной структурой (волоконистых, композитных и др.) набор кинетических типов обычно меньше и определяется маркой материала, но зависит также от вида импрегнирующего состава, натяжения материала и пр. Для разных способов сушки, видов материалов и условий могут наблюдаться модификации температурных площадок: они могут быть наклонными (напр., для кристаллообразующих растворов [42, 43]); может происходить превращение площадок в «перегибы» кривых с изменением знаков кривизны; иногда наблюдается их полное вырождение [39 – 43]; в ряде случаев сушка идет с углублением поверхности (или зоны) испарения и с соответствующим перемещением площадок псевдомокрого термометра $T_{\text{пмт}}$ или псевдокипения $T_{\text{пкип}}$ вглубь материала и пр.

Однако во всех случаях сушки материалов с существенной температурной кинетикой для всех способов сушки (воздушной конвективной, в перегретом паре, при инфракрасном, кондуктивном, индукционном, ТВЧ или СВЧ теплоподводе и др.), для разных материалов и растворителей вид и размеры температурных площадок или их модификаций характеризуют изменения в механизме и кинетике переноса и являются наиболее надежной основой для их анализа и разработки физически обоснованных методов инженерного расчета.

Настоящая работа посвящена рассмотрению основных модификаций температурных площадок при кондуктивной сушке влажных материалов от воды на теплоподводящей поверхности: 1) при температурах стенки барабана ниже и выше 100 °С; 2) для материалов со связанной и со свободной структурой.

Схема **экспериментальной установки** представлена на **рис. 1**. Рабочие барабаны выполнены из тонкостенной алюминиевой трубы $\varnothing 220 \times 2,5$ мм и имеют длину 270 мм. Один барабан – «высокотемпературный», с нагревом промышленным маслом И-10. Второй барабан – «низкотемпературный», с водяным нагревом или охлаждением. Нагрев или охлаждение обеспечиваются во всем требуемом для практики диапазоне температур $T_{\text{жидк}} = 15 \dots 135$ °С подачей циркулирующего теплоносителя/хладоагента из термостатов. Наличие двух барабанов обеспечивает также возможность исследования перспективных 2-х или многооперационных режимов обработки. Для обеспечения равномерности температур по всей поверхности барабана и для регулирования интенсивности внутренней теплоотдачи в барабаны встроены рамные 4-х лопастные мешалки $\varnothing 200$ мм с приводом постоянного тока, обеспечивающим изменение числа оборотов мешалки от 30 до

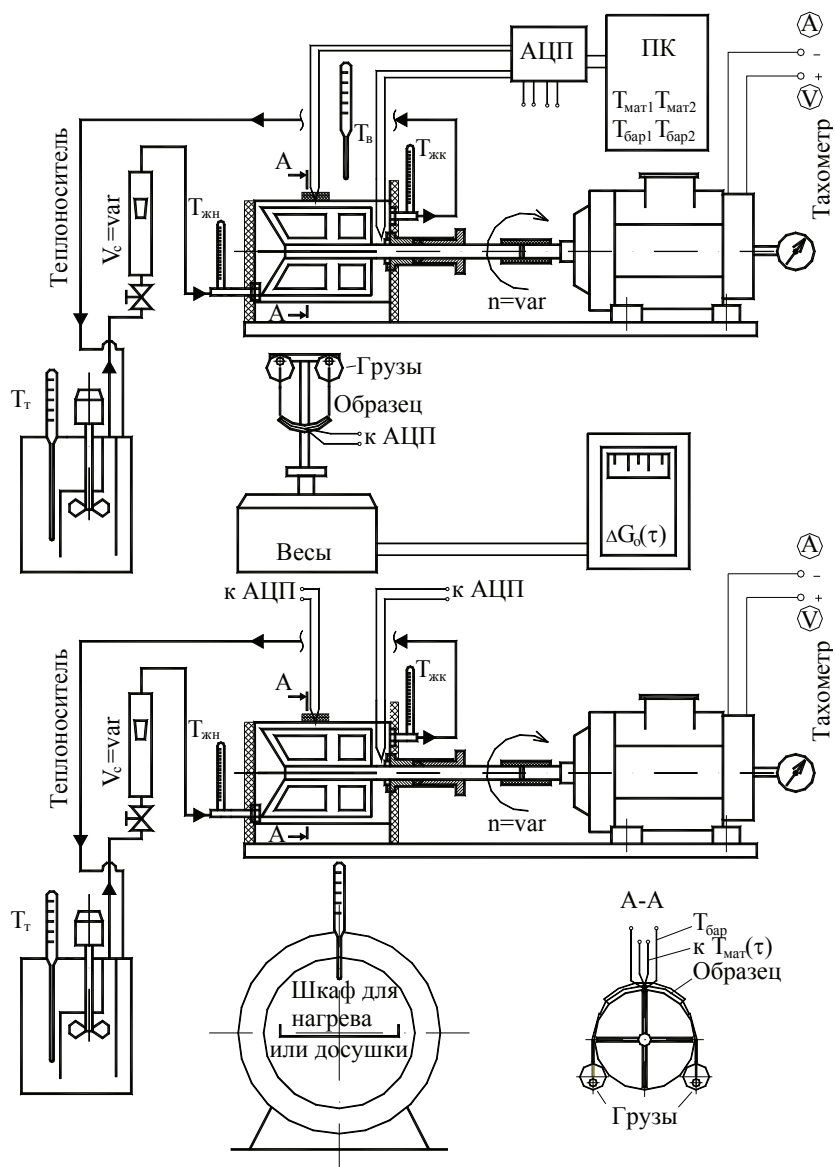


Рис. 1 Двух-барабанная кондуктивная сушильно-термическая установка (2БСУ)

500 об/мин. Это соответствует окружным скоростям $w \approx 0,3...5$ м/с. Меньшие скорости приближенно можно получать поворотом мешалки вручную. Такой способ теплопередачи в экспериментальной установке существенно лучше обычно применяемых электронагрева или греющего пара. Используемый теплоподвод (теплоотвод) обеспечивает интенсивность теплоотдачи практически во всем используемом в промышленности диапазоне.

Запись температур производилась непрерывно на персональный компьютер от термодатчиков ХА диаметром 0,2 мм через АЦП (модуль аналогового ввода Adam-4018). Измерение влагосодержания производилось периодическим взвешиванием образца.

В проведенных исследованиях использовались образцы волокнистых материалов с **фиксированной структурой и несвязанные дисперсии** полупродуктов и красителей. В данной работе применялись представляющие практический интерес полиамидные ткани для транспортерных лент (анид ТА-100, ОАО «Курский РТИ»), полиэфирная фильтровальная ткань (лавсан ТЛФ-5, ОАО «Пигмент»), фильтровальная лабораторная бумага средней пористости (в качестве модельного материала) и пигмент рубиновый ВКС/2 ($C_{18}H_{12}O_6SN_2Ca$, ОАО «Пигмент», г. Тамбов) в виде водной дисперсии с начальной концентрацией 12...50 %.

Конструкция образцов из **рулонных** материалов (ширина 50, длина 160 мм) была аналогична описанной ранее [34 – 36]. Термопара заделывалась по средней линии образца. Фильтровальная бумага бралась в два слоя, термопара располагалась между слоями, сверху накладывался редкий бинт для прочности влажного образца. Образцы увлажнялись из шприца на весу и выдерживались до равномерного увлажнения, затем помещались на разогретый барабан и высушивались до постоянного веса и температуры, что отслеживалось по температурной кривой. Для получения весовой кривой сушки предварительно измерялось время полного высушивания образца, и это время делилось на 4 – 5 отрезков. Затем образец увлажнялся и сушился по времени, равному первому интервалу, далее образец взвешивался и досушивался до постоянного веса. Потом образец снова увлажнялся и сушился по времени, равному 2 отрезкам и так далее по циклу.

Образцы **дисперсий** выбранной для сушки начальной концентрации помещались при помощи дозирочного шприца в рабочую прорезь размером 10×30 мм резиновой ленты толщиной 10 мм и шириной 50 мм с грузами на концах, наложенной на барабан. Начальная толщина слоя выбиралась 2 мм, термопара удерживалась в прорези резиновой ленты на расстоянии 0,7 мм от стенки барабана.

Важными для понимания **механизма тепло- и массопереноса** и для выбора режимов с точки зрения интенсивности процесса и качества продукта при кондуктивной сушке являются следующие вопросы:

- место испарения влаги в процессе сушки при разных температурах;
- соответствующие критерии фазового превращения;
- наличие внутреннего избыточного давления и баропереноса влаги;
- конденсация пара, образующегося на теплоподводящей поверхности, при его движении через материал к наружной поверхности;
- соответствующее наличие максимума концентрации влаги в средней части материала вследствие испарения на внутренней и на наружной поверхности, изученное В.В. Красниковым [1] и отмеченное в ряде других работ;
- миграция растворенных веществ к поверхности испарения и возможность управления ею, предложенная М.Н. Герасимовым [28, 29].

Часто встречавшееся утверждение о существенной роли термодиффузии в связи с совпадением направления потоков тепла и влаги (в отличие от конвективной сушки, где они противоположны), по-видимому, снимается объяснением эффекта, аналогичного термодиффузии, влиянием внутреннего испарения влаги в свободные поры, что уже давно было показано Г.И. Покровским и Н.А. Наседкиным и подтверждено нашими прямыми экспериментами.

Типичные кинетические кривые сушки и нагрева приведены на **рис. 2** (для тканей и фильтровальной бумаги) и на **рис. 3** (для дисперсий пигмента ВКС/2) при температурах ниже и выше 100°C.

Везде видно характерное образование и вырождение **двух температурных площадок**, что внешне аналогично конвективной сушке. Однако при этом механизм переноса и температурный уровень площадок принципиально отличаются. Первая площадка образуется при повышенной температуре, близкой к температуре

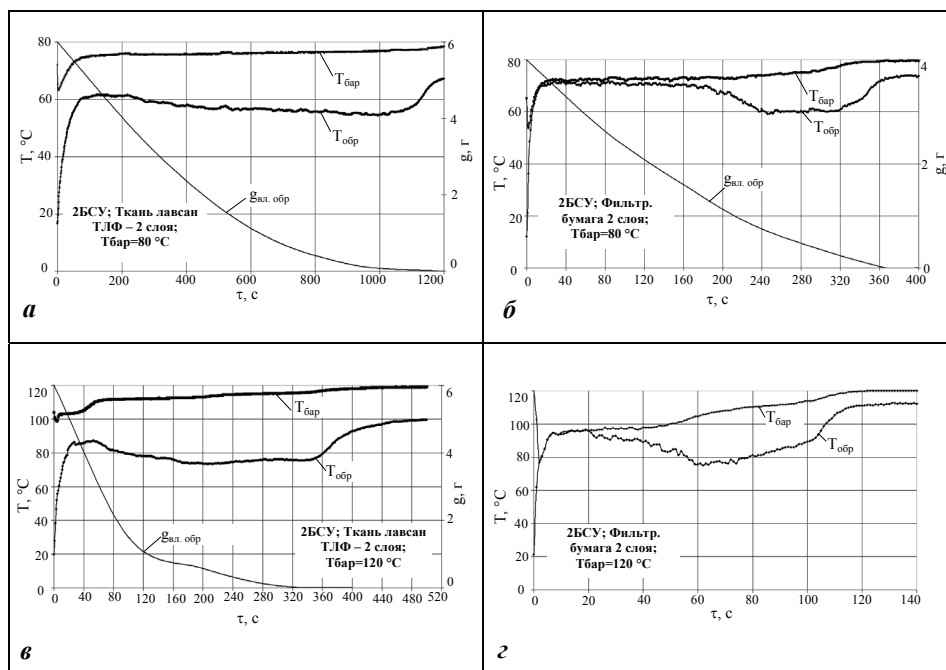


Рис. 2 Кинетические кривые и температурные площадки при низко- и высоко-температурной кондуктивной сушке ($T_{\text{бар}} < 100^\circ\text{C}$ и $T_{\text{бар}} > 100^\circ\text{C}$) для материалов с фиксированной структурой:

а, б – температура барабана $T_{\text{бар}} = 80^\circ\text{C}$; *в, г* – $T_{\text{бар}} = 120^\circ\text{C}$;

а, в – ткань лавсан ТЛФ-5, 2 слоя; *б, г* – фильтровальная бумага, 2 слоя, сверху – бинт;

$P = 0,25$ даН/образец; $V_c = 0,71$ л/мин; $n = 250$ об/мин;

теплоноситель – индустриальное масло

теплоподводящей стенки барабана. Вторая площадка образуется при существенно более низкой температуре. Как и при конвективной сушке, эти площадки наиболее информативно и надежно характеризуют механизм и кинетику тепло- и массопереноса, и соответственно, их целесообразно принимать в качестве базы для исследования, описания и расчета.

Возможные варианты расположения места испарения влаги при кондуктивной сушке:

- полностью на внутренней теплоподводящей поверхности; при этом критерий фазового превращения $\varepsilon \approx 0$, источник и сток тепла расположен на стенке, при расчете он вводится в граничные условия (ГУ) на внутренней поверхности;

- полностью на внешней поверхности; здесь также $\varepsilon \approx 0$, но сток тепла – на наружной поверхности испарения и вводится в соответствующие ГУ; теплопровод идет теплопроводностью от стенки барабана через высушиваемый материал;

- полностью в объеме материала; при этом $\varepsilon \approx 1$, сток тепла среднеобъемный и при расчете вводится в эквивалентную теплоемкость высушиваемого материала;

- промежуточные варианты, например, с кусочно-ступенчатым заданием $\varepsilon \approx 0; 0,25; 0,75; 1,0$; стоки тепла распределяются соответственно этому между поверхностями и объемом высушиваемого материала.

Видно, что для плотных образцов большей толщины – ткани ТЛФ-5 в 2 слоя (см. **рис. 2, а и в**), и первая и вторая площадки ниже, чем для фильтровальной бумаги с весьма малым термическим и диффузионным сопротивлением (см. **рис. 2, б и г**).

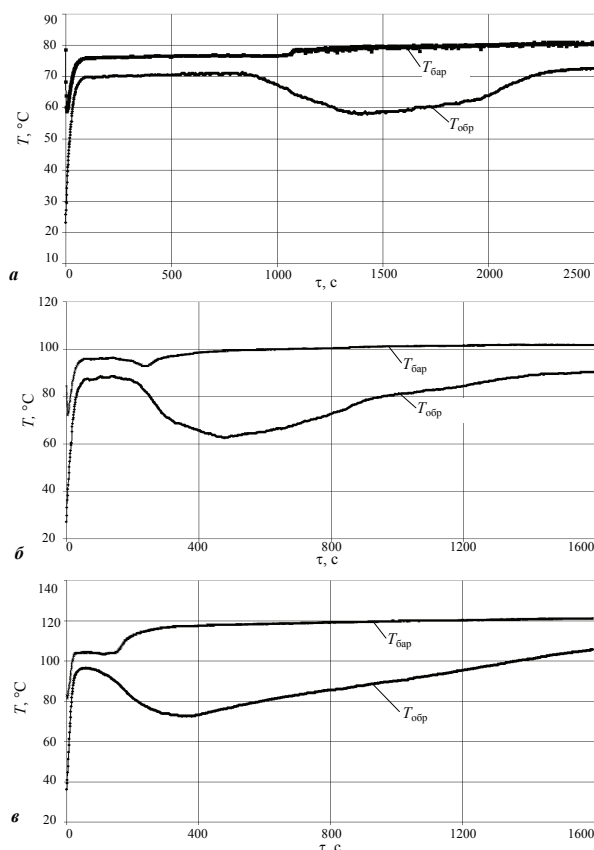


Рис. 3 Кинетические кривые и вырождение температурных площадок при низко- и высокотемпературной кондуктивной сушке ($T_{\text{бар}} \leq 100^{\circ}\text{C}$ и $T_{\text{бар}} > 100^{\circ}\text{C}$) для материалов с несвязанной начальной структурой.

Пигмент рубиновый ВКС/2, водная дисперсия, $x_0 = 35\%$; $\delta_{\text{слоя}} = 2$ мм; термопара на 0,7 мм от стенки барабана;

a, б, в – температура барабана $T_{\text{бар}} = 80, 100$ и 120°C ;

$V_c = 0,71$ л/мин; $n = 250$ об/мин; теплоноситель – индустриальное масло

При температурах ниже 100°C сначала имеет место **поверхностное испарение** (сопровождающееся миграцией) на наружной поверхности материала, а затем влага испаряется как на обеих поверхностях, так и по всему объему образца.

При температурах выше 100°C , наоборот, в начале сушки испарение происходит на поверхности стенки в режиме **псевдокипения** (без миграции), а затем – как на обеих поверхностях, так и по всему объему образца.

Для материалов со связанной структурой (см. **рис. 2**) может наблюдаться отмеченное рядом авторов **«прилипание»** материала к поверхности стенки, но для дисперсий (см. **рис. 3**), наоборот, может происходить **«отдувание»** высушиваемого слоя образующимся на поверхности паром, что наблюдается визуально. По этим же причинам температурные площадки при повышении температуры барабана начинают вырождаться.

Все эти особенности вполне **отрабатываются предложенной** и описанной ранее **методологией** исследования и инженерного расчета [34 – 43]. **Сравнение расчетных и экспериментальных** кинетических кривых приведено для примера на **рис. 4**.

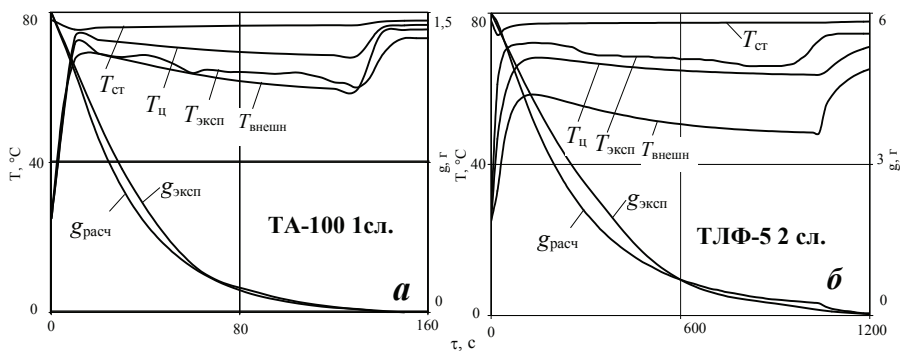


Рис. 4 Сравнение экспериментальных и расчетных данных по кинетике кондуктивной сушки:

a – ТА-100* 1 слой; ***б*** – ТЛФ-5* в 2 слоя, $T_{ж}=80^{\circ}\text{C}$, $n=250 \text{ мин}^{-1}$, $V_c=0,71 \text{ л/мин}$, $P=0,25 \text{ даН}$

Изложенное позволяет рекомендовать предложенную методику для использования в практической работе по разработке и расчету процессов и оборудования для кондуктивной сушки различных материалов.

Такой подход может успешно использоваться также **в более сложных случаях** комбинированной кондуктивной обработки:

- при комбинированном теплоподводе, например, кондуктивно-сопловом или кондуктивно-инфракрасном;
- при сушке на многобарабанных установках, в полузамкнутых циклах, с переворотом материала или без него;
- при кондуктивно-сорбционной сушке с прижимными сукнами;
- при вакуум-кондуктивной сушке;
- при сушке с прикаткой высушающего слоя на барабане;
- при сушке с двумя прижимными поверхностями на современных машинах типа Кондебельт;
- в различных комбинациях упомянутых и других способов обработки.

Это уже подтверждено в ряде наших работ, выполненных ранее или выполняющихся в настоящее время.

Список литературы

1. Красников В.В. Кондуктивная сушка. – М.: Энергия, 1973. – 288 с.
2. Mujumdar A.S. (Ed.). Handbook of Industrial Drying. – New York: Decker, 1995. – XVII, 1423 p. (2nd Ed., revised and expanded, in 2 volumes).
3. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия, 1970. – 430 с.
4. Сушильные аппараты и установки: Каталог НИИХиммаша. – М.: ЦИНТИ-химнефтемаш, 1992. – 80 с.
5. Коновалов В.И., Коваль А.М. Пропиточно-сушильное и клеепромазочное оборудование. – М.: Химия, 1989. – 224 с. (См. рецензию в “Drying Technology” – an Intern. Journal. – 1990. V. 8, No. 1. Pp. 225-226).
6. Бунин О.А., Малков Ю.А. Машины для сушки и термообработки ткани. – М.: Машиностроение, 1971. – 304 с.
7. Perry’s Chemical Engineering Handbook. 7th Edition / Eds. R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney. – New York: Mc Graw Hill, 1997. – 2624 p.
8. Moore J.G. Drum Dryers // in Handbook of Industrial Drying. – New York: Decker, 1995. – V.1. Pp. 249 – 262.

9. Krischer O. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik. 3-te, neubearbeitete Auflage von W. Kast. – Berlin: Springer, 1978. – XLX, 489 s.
10. Kröll K. Trockner und Trocknungsverfahren. 2te Auflage. – Berlin: Springer, 1978. – 653 s.
11. Kröll K., Kast W. Trocknen und Trockner in der Produktion. 2-te Auflage. – Berlin: Springer, 1989. – 615 s.
12. Keey R.B. Drying: principles and practice. – Oxford: Pergamon, 1975. – 358 p. (1-е изд. 1972 г.).
13. Strumillo C., Kudra T. Drying: principles, applications, and design. – New York: Gordon and Breach, 1986. – XX, 448 p.
14. Nadeau J.-P., Puigali J.-R. Séchage des processus physiques aux procédés industriels. – Paris: Tec-Doc.-Lavoisier, 1995. – XXVI, 327 p.
15. Kudra T., Strumillo C. (Eds). Thermal processing of bio-materials. – Amsterdam: Gordon and Breach, 1998. – XV. – 669 p.
16. Любошиц И.Л. Сушка бумаги. – Минск: изд.-во АН БССР, 1952. – 177 с.
17. Аким Л.Л. Обработка бумаги (основы химии и технологии переработки бумаги и картона). – М.: Легкая промышленность, 1979. – 232 с.
18. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
19. Мальтри В., Пётке Э., Шнайдер Б. Сушильные установки сельскохозяйственного назначения. – М.: Машиностроение, 1979. – 527 с.
20. Лыков А.В. Теория сушки. 2-е изд. – М.: Энергия, 1968. – 472 с. (1-е изд. 1950 г., 416 с.).
21. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. – М.: Наука, 1997. – 448 с.
22. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
23. Бельский А.П., Мольво Л.В. Кондуктивно-конвективные сушильные установки: проблемы и расчет // ИФЖ. 1998. Т. 71, № 6. С. 1000–1005.
24. Власов А.Е. Разработка обобщенного метода расчета процессов контактной и конвективной сушки нетканых клееных материалов: Дисс. ... канд. техн. наук. – МТИ, 1992. – 183 с.
25. Богачева Т.И. Анализ текстильных материалов как объектов сушки и разработка методов расчета кинетики кондуктивной сушки тканей: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – МТИ, 1981. – 17 с.
26. Леонтьева Е.Г., Михайлова Е.Н., Журавлева Т.Ю., Реутский В.А. Моделирование и оптимизация процесса контактной сушки тканей на сушильных барабанных машинах // РЖЛП, 1989. – С. 69-72.
27. Бунин О.А. Интенсификация сушки ткани: Дисс. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1963. – 230 с.
28. Герасимов М.Н. Экспериментальное исследование механизма внутреннего теплопереноса при кондуктивной сушке тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1997. Часть 1. № 2. С. 102-106. Часть 2. № 3. С. 96 – 98.
29. Герасимов М.Н. Регулирование внутреннего влагопереноса в процессе кондуктивной сушки тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1998. № 2. С. 94–98.
30. Волынский В.Ю. Сушка полотенных материалов в установках барабанного типа: Автореферат дисс. ... канд. техн. наук: Иваново, 1999. – 16 с.
31. Чугунова Н.В. Повышение эффективности энергоиспользования промышленного сушильного оборудования барабанного типа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 2001. – 16 с.

32. Sousa L.H., Machado M.A., Pereira N.C., Motta Lima O.C. Conductive/convective drying of textiles materials // Proc. 2nd Amer. Drying Conf.– Mexiko, 2001. – Pp. 545-552.

33. Timofeev O.N., Plomaki J., Kuusela J. Effect of Process Parameters on Paper Temperature in Condebelt Drying // Proc. of the 14th Intern. Drying Symp. (IDS'2004). Brazil, Aug. 22-25, 2004. Vol. B. Pp. 1327–1334.

34. Гатапова Н.Ц., Коновалов В.И., Колиух А.Н., Савельев А.А. Особенности кинетики теплопередачи и сушки на контактных барабанах // Вестник ТГТУ. 2001. Т. 7, № 3. С. 399–406.

35. Колиух А.Н. Кинетика процессов охлаждения, нагрева и сушки рулонных материалов на контактных барабанах: Дис. ... канд. техн. наук.– Тамбов: ТГТУ, 2001. – 209 с.

36. Konovalov V.I., Gatapova N.Z., Koliuch A.N., Pachomov A.N., Shikunov A.N., Utrobin A.N. Kinetics of conductive drying and heat-transfer on contact cylinders // Proc. of the 14th Intern. Drying Symp. (IDS'2004). Brazil, Aug. 22–25, 2004. Vol. A. Pp. 247–253.

37. Коновалов В.И., Гатапова Н.Ц. Макрокинетика промышленных процессов // Теор. основы хим. технологии. 2004. Т. 38, № 2. С. 123–132.

38. Гатапова Н.Ц., Коновалов В.И. Единый подход к кинетике и моделированию сушки растворителей, покрытий, жидких дисперсий, кристаллообразующих растворов и волокнистых материалов // Вестник ТГТУ. 2004. Препринт № 09. Т. 10 – Юбилейный, № 1. 64 с.

39. Konovalov V.I., Pakhomov A.N., Gatapova N.Z., Kudra T. Modeling of drying of dispersed systems held on solid supports // Proc. of 4th Minsk Internat. Heat and Mass Transfer Forum (MIF'2000). Belarus, 22-26 May, 2000. – Minsk: ITMO, 2000. – Vol. 9, Pp. 20–29.

40. Пахомов А.Н. Кинетика сушки дисперсий на твердых подложках: Дис. ... канд. техн. наук. – Тамбов: ТГТУ, 2000. – 225 с.

41. Konovalov V.I., Gatapova N.Z., Kudra T. Drying of liquid dispersions - a unified approach to kinetics and modeling // Drying Technology – An Intern. Journal (New York). 2003. Vol. 21, No. 6. Pp. 1029–1047.

42. Гатапова Н.Ц., Коновалов В.И., Шикунов А.Н., Пахомов А.Н., Козлов Д.В. Теплофизические и кинетические особенности сушки дисперсий и кристаллообразующих растворов // Вестник ТГТУ. 2003. Т. 9, № 2. С. 210–229.

43. Шикунов А.Н. Кинетика процессов сушки дисперсий и кристаллообразующих растворов: Дис. ... канд. техн. наук. – Тамбов: ТГТУ, 2004. – 250 с.

About Temperature Plateaux under High-Temperature and Low-Temperature Conductive Drum Drying of Wet Materials

N.Z. Gatapova, V.I. Konovalov, A.N. Koliukh, A.N. Pakhomov

*Department “Chemical Engineering”
(Processes and Apparatuses of Chemical Technology), TSTU*

Key words and phrases: conductive drying; dispersion drying; fabric drying; migration of attenuated particles; surface evaporation; temperature plateaux; volume pseudo-boiling.

Abstract: Processes of conductive drying of fabric materials and liquid dispersions in heated drums under temperatures lower and higher than 100 °C are studied. The peculiarities of temperature plateaux on the kinetic drying curves are shown. The possibility of using engineering calculations of conductive drying of these materials is proved.

Über Temperaturplätze beim nieder- und hochtemperaturischen Konduktivtrommeltrocken der Feuchtstoffe

Zusammenfassung: Es sind die Vorgänge des Konduktivtrockens der Faserstoffe und der flüssigen Dispersionen auf den erwärmten Trommeln bei den Temperaturen, die niedriger und höher als 100 °C sind, untersucht. Es sind die Besonderheiten der Temperaturplätze auf den kinetischen Trockenkurven gezeigt. Es ist die Möglichkeit der Benutzung der früher veröffentlichten Methodik für Ingenieurrechnungen des Konduktivtrockens dieser Stoffe bestätigt.

Sur les terrains de température pour la dessiccation conductive des matériaux humides sur cylindre à basse et à haute température

Résumé: Sont étudiés les processus de la dessiccation des matériaux fibreux et des dispersions liquides sur les cylindres rechauffés à la température au dessus et au dessous de 100 °C. Sont montrées les particularités des terrains de température sur les courbes cinétiques de la dessiccation. Est affirmée la possibilité de l'emploi pour des calculs d'ingénieur de la dessiccation conductive de ces matériaux des méthodes publiées auparavant.
