

Чурилин Алексей Владимирович, Жуков Николай Павлович

СУШКА ИМПРЕГНИРОВАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА. ЧАСТЬ 2. МАКРОКИНЕТИКА ПРОЦЕССА

В статье рассмотрена макрокинетика процесса сушки импрегнированных абразивных инструментов (АИ). На основе изучения и анализа структурно-сорбционных и диффузионных свойств АИ, кинетических особенностей процесса предлагается методика расчета промышленного аппарата для сушки импрегнированных абразивных кругов. В аппарате реализуются квазиизотермические условия процесса сушки при условии снятия внешнедиффузионного сопротивления.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2014/12/38.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2014. № 12 (90). С. 131-133. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2014/12/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 66.011

Технические науки

В статье рассмотрена макрокинетика процесса сушки импрегнированных абразивных инструментов (АИ). На основе изучения и анализа структурно-сорбционных и диффузионных свойств АИ, кинетических особенностей процесса предлагается методика расчета промышленного аппарата для сушки импрегнированных абразивных кругов. В аппарате реализуются квазиизотермические условия процесса сушки при условии снятия внешедиффузионного сопротивления.

Ключевые слова и фразы: абразивный инструмент; зональный метод; кинетика сушки; методика расчета; сушильный аппарат.

Чурилин Алексей Владимирович, к.т.н.

Жуков Николай Павлович, д.т.н.

Тамбовский государственный технический университет

umz2014@yandex.ru; zukov@nnn.tstu.ru

СУШКА ИМПРЕГНИРОВАННОГО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА. ЧАСТЬ 2. МАКРОКИНЕТИКА ПРОЦЕССА[©]

Работа является продолжением статьи, в которой рассматривалась микрокинетика процесса сушки импрегнированного абразивного инструмента (АИ) [8].

Импрегнирование АИ применяют с целью повышения энергоэффективности абразивной обработки [1; 2; 9].

Способ импрегнирования АИ составами на основе водных дисперсий сополимеров стирола и акрилатов [4; 7] включает следующие основные операции: пропитку [9] и сушку [8].

В данной работе макрокинетика процесса сушки АИ рассматривается применительно к конструкции аппарата периодического действия, камерного типа, с частичной рециркуляцией сушильного агента [4; 7].

В работе [3] макрокинетика процесса сформулирована для аппаратов, действующих непрерывно, предназначенных для сушки дисперсной твердой фазы (шахтные, ленточные), либо для действующих периодически аппаратов с плотным продуваемым слоем материала. Указанные выше особенности не позволяют использовать модели, представленные в этой работе, для расчета макрокинеки процесса сушки импрегнированного АИ в аппарате периодического действия.

Конструктивно сушильный аппарат (Рис. 1) состоит из сушильной камеры (1), калорифера (2), запорных вентилей (3), воздуходувки (4).

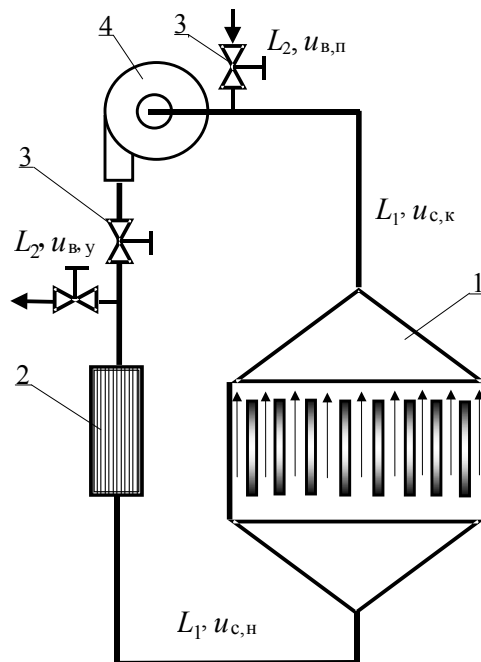


Рис. 1. Расчетная схема сушильного аппарата с частичной рециркуляцией теплоносителя:
1 – сушильная камера; 2 – калорифер; 3 – запорный вентиль; 4 – воздуходувка

Макрокинетическая модель процесса сушки АИ формулировалась для условий, когда кратность рециркуляции сушильного агента такова, что она обеспечивает достаточно однородные распределения температуры и влагосодержания сушильного агента по рабочему объему аппарата.

Прикидочные расчёты показывают, что данные условия достигаются при выполнении условия [6]:

$$L_2 = (0,05 \dots 0,1) L_1,$$

где L_1 – расход сушильного агента через камеру; L_2 – расход свежего сушильного агента.

Расчет кинетики процесса и параметров сушильного агента в аппарате целесообразно проводить зональным методом с разбиением всей кинетической кривой на ряд элементарных зон с позонным заданием параметров теплоносителя [5].

Зависимости, описывающие изменения параметров сушильного агента в сушилке с учётом рециркуляции и испарения влаги из материала, следующие.

Материальный баланс по влаге для сушильной камеры:

$$W_i = (u_{c,k} - u_{c,n}),$$

где $u_{c,n}$, $u_{c,k}$ – влагосодержания сушильного агента на входе и выходе сушильной камеры; W_i – количество влаги, поступающей в единицу времени из блока АИ в i -той концентрационной зоне, кг/с.

Материальный баланс по влаге для зоны смешения свежего и отработанного сушильного агента:

$$L_1 u_{c,k} + L_2 u_{в,п} = (L_1 + L_2) u_{c,п},$$

где $u_{в,п}$ – влагосодержание приточного (поступающего) воздуха.

Материальный баланс по влаге для всего сушильного аппарата, включая зоны сушки и смешения:

$$L_2 u_{в,у} - L_2 u_{в,п} = W_i,$$

где $u_{в,у}$ – влагосодержание удаляемого воздуха.

Условие равенства влагосодержаний воздуха, удаляемого из сушилки и поступающего в зону сушки:

$$u_{в,у} = u_{c,п}.$$

Предложена следующая методика расчета сушилки с частичной рециркуляцией сушильного агента.

1. Формируют блок исходных данных.
 - 1.1. Определяют массу влажного высушиваемого АИ, $G_{вл,кр}$.
 - 1.2. Определяют форму и толщину АИ.
 - 1.3. Определяют свойства высушиваемых импрегнированных АИ:
 - сорбционные характеристики $u_p = f(u_c, t_c)$;
 - диффузионные характеристики $D_3 = f(u_m, t_m)$.
 - 1.4. Задают начальное (\bar{u}_n) и конечное (\bar{u}_k) влагосодержания АИ.
 - 1.5. Назначают вид сушильного агента и его параметры (температуру (t_b) и влагосодержание ($u_{в,п}$)).
 - 1.6. Определяют допустимую температуру нагрева сушильного агента в зависимости от типа импрегнатора.
2. Назначают скорость сушильного агента в рабочей зоне сушилки при условии снятия внешнелинейного сопротивления ($Bi_m \geq 100$). Обычно $V_b = 0,3 \dots 0,5$ м/с.
3. Определяют свободное сечение (S) в рабочей зоне сушилки с учетом количества и размеров АИ. Расстояние между отдельными абразивными кругами принимается в пределах $0,02 \dots 0,03$ м.
4. Рассчитывают расход сушильного агента по зависимости $L_1 = V_b S \rho_b$, кг/с. Здесь ρ_b – плотность воздуха, кг/м³.
5. Диапазон изменения влагосодержания высушиваемого АИ ($\bar{u}_n \div \bar{u}_k$) разбивают на ряд концентрационных зон, оптимальное количество которых для степенной зависимости эффективного коэффициента диффузии от концентрации распределяемого компонента равняется $5 \dots 7$ [3; 5].
6. Для первой концентрационной зоны рассчитывают количество влаги W_i (кг/с), поступающей из блока АИ в сушильный агент (кг/с) при условии $u_{c,n} = u_{в,п}$.
7. Определяют влагосодержание сушильного агента в конце рабочей зоны ($u_{c,k} = u_{c,п} + W_i/L_1$).
8. Рассчитывают начальное влагосодержание сушильного агента ($u_{c,п}$), вновь поступающего в рабочую зону, с учетом выброса части отработанного агента ($L_2 = (0,05 \dots 0,1) \cdot L_1$). При этом:

$$u_{c,п} = (L_1 u_{c,k} + L_2 u_{в,п}) / (L_1 + L_2);$$

$$u_{c,k} = u_{c,п} + W_i/L_1;$$

$$L_2 u_{в,у} - L_2 u_{в,п} = W_i;$$

$$u_{в,у} = u_{c,п}.$$
9. Уточняют $\bar{u}_{c,i}$ при новом значении $u_{c,п}$. Выполняют итерационные вычисления до получения погрешности $< 5\%$ по величине $u_{c,п}$.
10. Рассчитывают время сушки (τ_i) для первой концентрационной зоны. Проводят расчеты τ_i для последующих концентрационных зон.

11. Рассчитывают суммарное время сушки: $\tau_{\text{суш}} = \sum_{i=1}^m \tau_i$.

Следует отметить, что важной особенностью аналитического метода расчета кинетики сушки импрегнированного АИ является то обстоятельство, что практически отсутствует необходимость в проведении дополнительных опытов для АИ определенного размера. Кинетический расчет проводится только на основе данных по диффузионному равновесию и значению эффективного коэффициента диффузии [6].

Предложенная методика аналитического расчета позволяет также рассчитывать кинетику сушки (в одном аппарате) различных партий АИ.

1. Сушка АИ различных размеров

Величину среднего влагосодержания по i -той зоне (\bar{u}_i) рассчитывают как суммарную для каждого типоразмера АИ. Определяют общее значение \bar{u}_i для всей партии. За базовый расчет принимается расчет кинетики АИ наибольшего типоразмера. Определяют время пребывания в i -той зоне (время сушки). Для других типоразмеров АИ, при известном времени сушки для базового размера АИ, уточняется величина среднего конечного влагосодержания (\bar{u}_k).

2. Сушка АИ с различной пористой структурой

В этом случае учитываются сорбционные и диффузионные свойства отдельно взятых АИ. Величина \bar{u}_i рассчитывается как суммарная для отдельных однотипных АИ.

3. Сушка АИ различных размеров и с различной пористой структурой

При расчете \bar{u}_i производится учет размеров, сорбционных и диффузионных свойств отдельно взятых АИ.

Пример практического расчета аппарата для сушки АИ предполагается опубликовать в Части 3 статьи.

Список литературы

1. Воробьев Ю. В., Жуков Н. П., Майникова Н. Ф., Рогов И. В. Исследование взаимного влияния динамически контактирующих абразивов, полимеров и металлов на их поверхностное диспергирование // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 1997. Т. 3. № 3.
2. Жуков Н. П., Рогов И. В., Майникова Н. Ф., Балашов А. А. Модифицирование абразивного корундового инструмента поверхностно-активными веществами // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 1998. Т. 4. № 1. С. 91-97.
3. Лыков А. В. Теория сушки. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1968. 472 с.
4. Майникова Н. Ф., Жуков Н. П., Дмитриев В. М., Чурилин А. В. Способ импрегнирования абразивного инструмента: патент РФ № 2284895 // Открытия и изобретения. 2006. № 28.
5. Рудобашта С. П., Карташов Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: Химия, 1993. 208 с.
6. Чурилин А. В. Исследование кинетики сушки шлифовальных кругов в целях повышения энергоэффективности процесса // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 4. С. 821-825.
7. Чурилин А. В. Кинетика и аппаратурно-технологическое оформление процессов пропитки и сушки абразивного инструмента: дисс. ... к.т.н. Тамбов, 2004. 223 с.
8. Чурилин А. В. Сушка импрегнированного абразивного инструмента. Часть 1. Микрокинетика процесса // Альманах современной науки и образования. 2014. № 5-6 (84). С. 141-144.
9. Чурилин А. В., Жуков Н. П. Импрегнирование инструмента с целью повышения энергоэффективности абразивной обработки // Достижения вузовской науки. 2013. № 6. С. 127-131.

DRYING OF IMPREGNATED ABRASIVE TOOLS. PART 2. MACROKINETICS OF PROCESS

Churilin Aleksei Vladimirovich, Ph. D. in Technical Sciences

Zhukov Nikolai Pavlovich, Doctor in Technical Sciences

Tambov State Technical University

umz2014@yandex.ru; zukov@nnn.tstu.ru

The article describes the macrokinetics of the process of drying impregnated abrasive tools (AT). On the basis of the study and the analysis of the structural-sorption and diffuse properties of AT, the kinetic peculiarities of the process the authors propose the methodology of calculating industrial apparatus for drying impregnated abrasive disks. The apparatus implements the quasi-isothermal conditions of drying process upon the condition of external diffuse resistance removal.

Key words and phrases: abrasive tool; zonal method, drying kinetics; methodology of calculating; dryer.