

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА

А. В. Чурилин

*Кафедра «Энергоэффективные системы», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;
umz2014@yandex.ru*

Ключевые слова и фразы: абразивный круг; зональный метод; кинетика; сушка.

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований кинетики сушки импрегнированных шлифовальных кругов. Приведены аппроксимирующие уравнения для коэффициента диффузии.

Обозначения и аббревиатуры:

D – коэффициент диффузии, м ² /с; C – концентрация, %; T – температура, °С; V_{II} – объем пор, %; \bar{W} – среднееобъемное влагосодержание, %; Bi – критерий Био;	Lu – критерий Лыкова; τ – время, ч. Индексы: n – начальный; ε – эффективный; m – диффузионный.
---	---

Операции абразивной обработки составляют в технологических процессах изготовления деталей машин и приборов до 60 – 70 %. Поэтому повышение эффективности и качества абразивной обработки – актуальная задача, решение которой позволит получить значительный экономический эффект. В настоящее время особое внимание привлекают пути решения данной задачи, связанные с совершенствованием абразивного инструмента (АИ) [1].

Одним из методов, улучшающих эксплуатационные свойства АИ, является его импрегнирование водными дисперсиями сополимеров акрилатного типа [2 – 5]. При этом процессы массопереноса при пропитке АИ импрегнатором и сушке от водной составляющей дисперсии играют существенную роль в обеспечении качества готовой продукции.

В данной работе исследованию подвергались широко применяемые абразивные корундовые круги марок 25A12CM26K5Б, 25A16CM26K5Б, 25A25CM26K5Б, 25A32CM26K5Б, 25A40CM26K5Б, характеризующиеся одинаковым объемом пор (40,5 %), но различным размером абразивного зерна (вследствие чего менялись размеры пор и их извилистость).

В качестве импрегнатора выбрана дисперсия (40 масс. %) сополимера этилакрилата, диметакрилового эфира этиленгликоля и метилолметакриламида в водной среде (Эмукрил М).

При определении массопроводных свойств импрегнированных кругов использовался зональный метод, относящийся к группе методов нестационарного режима [6].

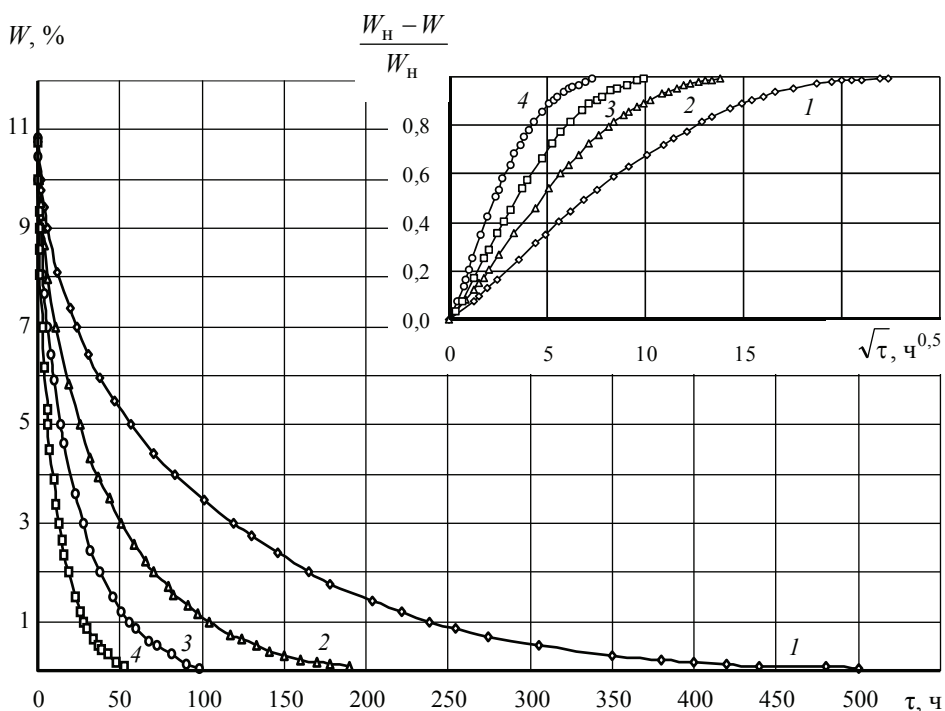


Рис. 1. Кинетика сушки импрегнированного Эмукрилом М круга 25A12ПСМ26К5Б при различных температурах, °С:
 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60; 4 – 80

На рисунке 1 представлены экспериментальные кривые кинетики конвективной сушки импрегнированных АИ при $T = 20 \dots 80$ °С.

Анализ процесса десорбции для исследуемых АИ был проведен на основании данных по кинетике сушки в изотермических условиях. Кривые десорбции (см. рис. 1) имеют следующие особенности:

1) количество выделяемой влаги в начальный период времени линейно зависит от $\sqrt{\tau}$; линейная зависимость сохраняется в пределах 20 – 30 % от всего интервала изменения влагосодержания образцов;

2) на криволинейных участках кинетики десорбции не имеются точки перегиба; все кривые вогнуты к оси $\sqrt{\tau}$.

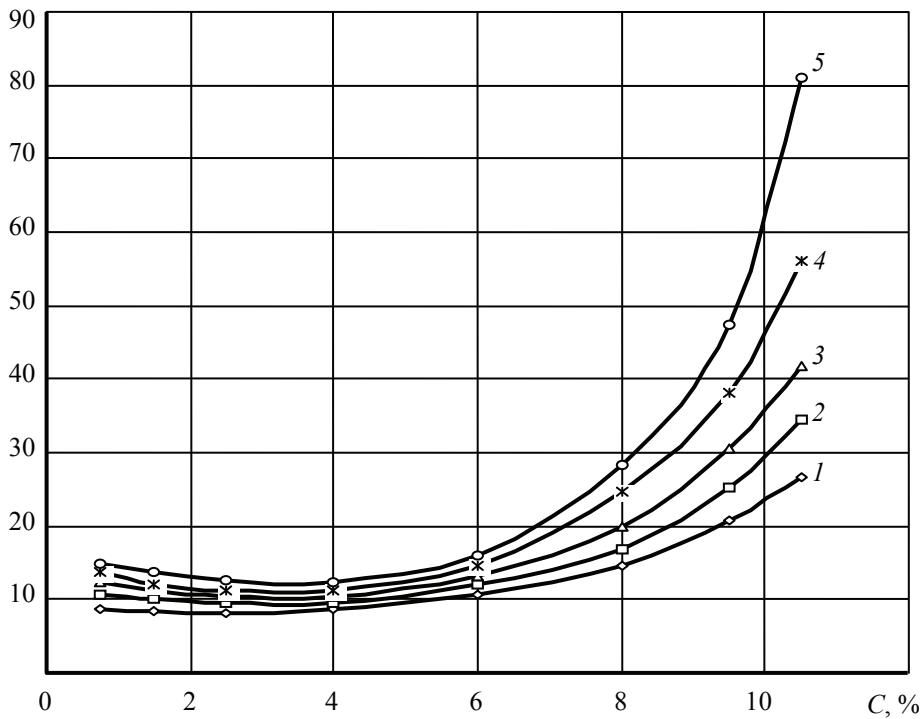
Процессы сорбции-десорбции, кривые кинетики которых имеют аналогичный вид, подчиняются закону Фика [6]. В таких системах коэффициент диффузии зависит только от концентрации распределяемого вещества (при постоянной температуре процесса).

Отклонений от закона Фика не наблюдается и при более поздних стадиях сушки, так как концентрация и градиенты концентраций малы. Этим можно объяснить «нормальную» десорбцию воды из пленок сополимера (рис. 2).

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о применимости зонального метода для кинетического расчета процесса конвективной сушки импрегнированных кругов.

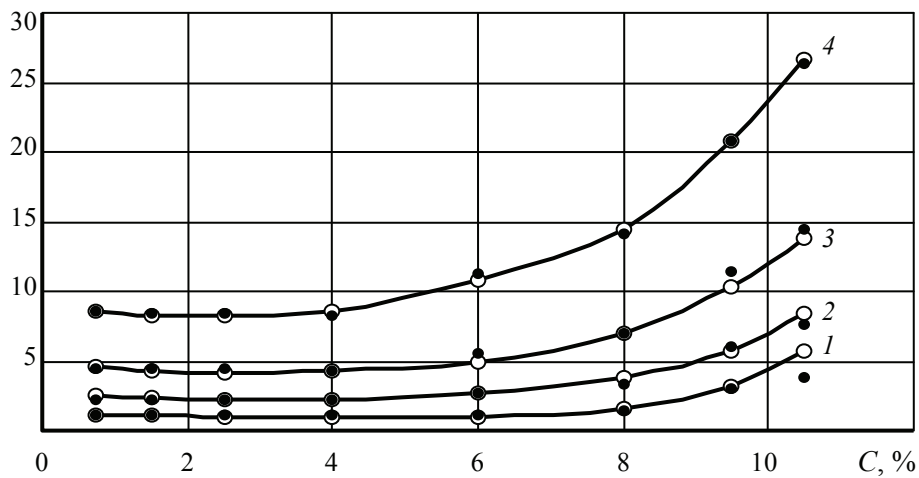
С использованием кривых кинетики изотермической сушки импрегнированных АИ были найдены зависимости коэффициента диффузии от концентрации распределенного компонента и температуры. Данные зависимости для абразивного круга марки 25A12ПСМ26К5Б представлены в таблице.

$D_3 \cdot 10^{10}, \text{ м}^2/\text{с}$



а)

$D_3 \cdot 10^{10}, \text{ м}^2/\text{с}$



б)

Рис. 2. Температурно-концентрационные зависимости эффективного коэффициента диффузии влаги D_3 для импрегнированных АИ:

а – при $T = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ для кругов различных марок: 1 – 25А12ПСМ26К5Б; 2 – 25А16ПСМ26К5Б; 3 – 25А25ПСМ26К5Б; 4 – 25А32ПСМ26К5Б; 5 – 25А40ПСМ26К5Б;

б – для круга марки 25А12ПСМ26К5Б при различных температурах, $^\circ\text{C}$: 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60; 4 – 80; \circ – экспериментальные данные; \bullet – теоретические значения (таблица)

**Зависимость коэффициента диффузии D_3
от концентрации растворенного компонента и температуры
для абразивного круга марки 25A12ПСМ26К5Б**

$C, \%$	Вид аппроксимирующего уравнения
0,5 – 4	$D_3 = 5,05 \cdot 10^{-11} \cdot C^{-0,02} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{11}$
4 – 8	$D_3 = 1,24 \cdot 10^{-11} \cdot C^{0,8} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{12,1}$
8 – 11	$D_3 = 6,47 \cdot 10^{-13} \cdot C^{2,4} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{10,3}$

Примечание: $V_{II} = 40,5 \%$; $T = (293 \dots 353) \text{ К}$.

В результате проведенных исследований разработаны методика расчета процесса конвективной сушки импрегнированных АИ и конструктивное решение промышленного сушильного аппарата, в котором реализовывались квазиизотермические условия процесса ($Lu = (0,1 \dots 0,26) \cdot 10^{-4}$) при условии снятия внешнедиффузионного сопротивления ($Bi_m = (3 \dots 34) \cdot 10^3$).

Список литературы

1. Оробинский, В. А. Абразивные методы обработки и их оптимизация / В. А. Оробинский. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 2000. – 314 с.
2. Майникова, Н.Ф. Исследование взаимного влияния динамически контактирующих абразивов, полимеров и металлов на их поверхностное диспергирование / Н. Ф. Майникова, Н. П. Жуков, И. В. Рогов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 1997. – Т. 3, № 3. – С. 298 – 305.
3. А. с. № 1604590 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Способ импрегнирования абразивного инструмента на основе корунда / Н. Ф. Майникова, С. М. Опарин, Ю. В. Воробьев, В. А. Роцин. – № 4458728; заявл. 11.07.88; опубл. 07.11.90, Бюл. № 41. – 3 с.
4. А. с. № 1726222 СССР, МКИ В 24 D 3/34. Способ импрегнирования абразивного инструмента на основе корунда / Н. Ф. Майникова, С. М. Опарин, Ю. В. Воробьев, В. А. Роцин. – № 4872268; заявл. 01.08.90; опубл. 15.04.92, Бюл. № 14. – 2 с.
5. Пат. 2284895 Российская Федерация, МКИ В 24 D 3/34. Способ импрегнирования абразивного инструмента / Майникова Н. Ф., Жуков Н. П., Дмитриев В. М., Чурилин А. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО РФ «Тамб. гос. техн. ун-т». – № 2004129347/02; заявл. 05.10.2004; опубл. 10.03.2006, Бюл. № 28. – 5 с.
6. Рудобашта, С. П. Массоперенос в системах с твердой фазой / С. П. Рудобашта. – М.: Химия, 1980. – 248 с.

**Study of Grinding Wheels Kinetics
to Increase the Process Efficiency**

A. V. Churilin

Department "Energy Efficient Systems", TSTU;

Key words and phrases: abrasive; drying; kinetics; zonal method.

Abstract: The results of the experimental research into the kinetics of drying of impregnated grinding wheels are described. Approximating equations for the diffusion coefficient are given.

Forschung der Kinetik des Trocknens der Schleifkreise mit dem Ziel der Erhöhung der Energieeffektivität des Prozesses

Zusammenfassung: Es sind die Ergebnisse der experimentalen Forschungen der Kinetik des Trocknens der impregnierten Schleifkreise dargelegt. Es sind die approximierten Gleichungen für den Diffusionskoeffizienten angeführt.

Etude de la cinétique du séchage des disques à meuler dans le but de l'augmentation de l'efficacité énergétique du processus

Résumé: Sont présentés les résultats des études expérimentales de la cinétique du séchage des disques à meuler imprégnées. Sont citées les équations d'approximation pour le coefficient de la diffusion.

Автор: *Чурилин Алексей Владимирович* – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Энергоэффективные системы», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Жуков Николай Павлович* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Энергообеспечение предприятий и теплотехника», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».
