

## Некоторые актуальные направления исследования процессов сушки от органических растворителей

*Ю.В. Пахомова, А.О. Сироткин, Р.С. Загребнев*

*Тамбовский государственный технический университет, Тамбов*

**Аннотация:** Рассмотрены существующие и перспективные способы сушки покрытий от органических растворителей. Отмечена важная роль температурной кинетики сушки, определяющей скорость химических и реологических процессов обработки. Показана решающая роль конструкторско-технологических решений. Определены основные проблемы экспериментальных исследований, расчета и моделирования, энерго-ресурсосбережения и экологии при разработке процессов и оборудования для испарения растворителей и обработки покрытий.

**Ключевые слова:** кинетика, сушка, растворитель, режим, эксперимент, моделирование, покрытие.

Процессы, включающие испарение растворителей и сушку покрытий находят широкое распространение в производствах адгезионных, электроизоляционных, антикоррозионных, герметизирующих и др. покрытий; свето- и магниточувствительных, люминисцирующих, волнопоглощающих и пр. материалах и т.п. [1-3]. Испаряемые неводные растворители, как правило, обладают специфическими теплофизическими и диффузионными свойствами. Они обычно более летучи, дороги, пожароопасны и токсичны [4, 9]. Качество получаемых после сушки материалов сильно зависит от механизма испарения и от температурной кинетики, которая сама зависит от механизма испарения и определяет скорость химических и реологических процессов [8, 11].

Соответственно возникают проблемы экспериментальных исследований, инженерных расчетов и моделирования, энерго-ресурсосбережения и экологии в процессах испарения органических растворителей [5].

Основные применяемые способы проведения процессов испарения растворителей и сушки покрытий включают в себя, как правило:

1. Схемы с комбинированным теплоподводом, предусматривающие при необходимости операции отверждения или другой обработки покрытий, рекуперации или дожигания паров растворителя.

2. Схемы с отводом смеси конденсата растворителя и воды на отстаивание и очистку.

3. В последнее время активно используется сушка в среде инертного газа (как правило, азота) с отводом конденсата и возвратом газа, насыщенного парами растворителя, в цикл;

4. Схемы сушки в собственных парах растворителя с отводом конденсата и подсосываемого воздуха являются наиболее редкими и экологически опасными способами [6].

В промышленности, как правило, используются определенные элементы указанных схем. Например, рекуперация растворителей производится, в основном, периодической адсорбцией. Взрывобезопасность обеспечивается отводом статического электричества и работой на концентрациях ниже предела взрывоопасности, а иногда запретом рециркуляции [7].

Важнейшими научно-технологическими проблемами исследования процессов сушки от органических растворителей являются вопросы механизма и кинетики сушки, которые при обработке покрытий сильно осложняются, вплоть до образования экстремумов на кинетических кривых. С ними связаны вопросы обеспечения заданного качества покрытий и возможных проявлений явлений структурообразования, приводящих к дефектам покрытий. Нами разрабатываются определенные подходы к моделированию образования поверхностных структур, кинетики процессов испарения и сушки, а также химических и реологических процессов при сушке [9].

Проблемы реализации эффективных, энергоресурсосберегающих и экологических схем сушильно-термического оборудования для испарения

---

растворителей и обработки покрытий удовлетворительного промышленного решения в мировой практике до сих пор не имеют.

Например, наличие щелей для входа и выхода высушиваемого материала, даже при устройстве специальных задерживающих устройств (завес), приводит к выбросам пара с конденсацией на оборудовании и материале или к подсосам воздуха, приводящим к необходимости последующего удаления из них растворителя, взрывоопасности, потерям, вредным выбросам и пр [10].

Налипание высушиваемого продукта на стенки аппарата, формирование агломератов, пыление приводят к необходимости неудобной чистки, возможным возгораниям, загрязнению обрабатываемого материала и браку.

Отвод конденсата в замкнутых схемах сушильного агента, как правило, сопровождается удалением подсосанного в аппарат воздуха, насыщенного парами растворителя.

Вопросы энергосбережения путем теплоутилизации и теплотрансформации при сушке от органических растворителей по сравнению с сушкой от воды также актуальны и аналогичны. Их решение может несколько облегчаться меньшими теплотами испарения и температурами, но затрудняться наличием конденсирующихся и пожароопасных паров.

Решение проблем совершенствования процессов и оборудования для испарения растворителей и обработки покрытий в целом аналогично проблемам совершенствования других сушильно-термических производств, но имеет свои специфические вышеупомянутые особенности. Успешное решение этих проблем возможно только при комплексном подходе: необходим комплекс научно-исследовательских разработок, целью которого является понимание механизма и кинетики процесса и изобретательско-конструкторская деятельность, направленная на целеустремленное

---



отыскание решений, учитывающих все особенности, лимитирующие работоспособность и надежность оборудования.

### Литература

1. Пахомов, А.Н. Кинетика сушки дисперсий на твердых подложках : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 : защищена : 16.03.2001 / Пахомов Андрей Николаевич. – Тамбов, 2000. – 225 с.

2. Пахомов, А.Н. Сушка капель жидких дисперсных продуктов/ А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова – М.: Издательство «Перо», 2013. – 122с.

3. Пахомова, Ю.В. Кинетика сушки капель жидких дисперсий на диффузионно-непроницаемых подложках: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08: защищена 23.12.2011 : утв. 23.12.2012 /Пахомова Юлия Владимировна. – Тамбов, 2011. –283 с.

4. Пахомов А.Н. Типы кинетических кривых, получаемых при сушке капель жидких дисперсных продуктов/А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова// Химическая технология. - 2014. - №10. - С. 620-623.

5. Богомягких, В.А. К определению условного диаметра реальной частицы дискретного сыпучего тела / В.А. Богомягких, А.Л. Климович, А.С. Ляшенко // Инженерный вестник Дона, 2014, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2468

6. Пахомов, А.Н. Возможности самоорганизации дисперсных систем при сушке на подложке / А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова, Е.А. Ильин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. - 2012.- Т. 18, №3. - С.633 – 637.

7. Савушкин, А.В. Электроаэрозольное увлажнение воздуха. Особенности подбора параметров работы генератора / А.В. Савушкин, П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова, А.М. Ниязов// Инженерный вестник Дона, 2012, № 2. URL:ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/857

8. Пахомов, А.Н. Интенсификация процесса сушки жидкой послеспиртовой барды в аппарате с кипящим слоем инертных тел / А.Н. Пахомов, Н.С. Сорокина, А.В. Баландина // Инженерный вестник Дона, 2014, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727)

9. Пахомова, Ю.В. Оценка качества готового продукта при сушке жидких дисперсных веществ / Ю.В. Пахомова, В.И. Коновалов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2011. – № 2(33). – С. 407–412.

10. Pakhomova Yu.V. Product supply and monitoring of fluidized bed/ Yu.V. Pakhomova, M.A. Mamedova, D.A. Krivopalova, V.V. Kochetov// European Applied Sciences: challenges and solutions 2nd International Scientific Conference. Stuttgart, Germany, 2015. - pp. 121-122.

11. Pakhomov A.N. Method of determination of adhesion of the film dries distillery grains on the substrate/A.N. Pakhomov, R.Y. Banin, E.A. Chernikh, E.Y. Loviagina, N.S. Sorokina // Applied and Fundamental Studies : Proceedings of the 5th International Academic Conference. - St. Louis, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2014. - pp. 71-72.

### References

1. Pakhomov, A.N. Kinetika sushki dispersiy na tverdykh podlozhkakh [The kinetics of drying of the dispersions on solid substrates]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.17.08: zashchishchena : 16.03.2001. Pakhomov Andrey Nikolaevich. Tambov, 2000. 225 p.

2. Pakhomov, A.N., Pakhomova Yu.V. Sushka kapel' zhidkikh dispersnykh produktov [Drying drops of liquid dispersed products]. M.: Izdatel'stvo «Pero», 2013. 122p.

3. Pahomova, Ju.V. Kinetika sushki kapel' zhidkih dispersij na diffuzionno-nepronicaemyh podlozhkah [The kinetics of drying drops of liquid dispersions on the diffusion-impermeable substrates]: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.17.08: zashhishhena 23.12.2011: utv. 23.12.2012. Pahomova Julija Vladimirovna. Tambov, 2011. 283 p.
4. Pakhomov, A.N., Pakhomova Yu.V. Himicheskaja tehnologija. 2014. №10. pp. 620-623.
5. Bogomyagkikh V.A., Klimovich A.L., Lyashenko A.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №3, URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2468](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2468)
6. Pakhomov, A.N., Pakhomova Yu.V., Ilin E.A. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2012. V. 18, №3. pp.633 – 637.
7. Savushkin A.V., Lekomtsev P.L., Dresvyannikova E.V., Niyazov A.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/857](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/857)
8. A.N. Pakhomov, N.S. Sorokina, A.V. Balandina Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727)
9. Ju.V. Pahomova, V.I. Konovalov Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2011. № 2(33). pp. 407–412.
10. Yu. V. Pakhomova, M.A. Mamedova, D.A. Krivopalova, V.V. Kochetov European Applied Sciences: challenges and solutions. 2nd International Scientific Conference. Stuttgart, Germany, 2015. pp. 121-122.
11. A.N. Pakhomov, R.Y. Banin, E.A. Chernikh, E.Y. Loviagina, N.S. Sorokina Applied and Fundamental Studies : Proceedings of the 5th International Academic Conference. St. Louis, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2014. pp. 71-72.