

УДК 666.3/.7

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ И АНИЗОТРОПИИ УСАДКИ ПРИ СУШКЕ ДИАТОМИТОВЫХ ОБРАЗЦОВ С ДОБАВКАМИ

© 2010 А.В. Беляков<sup>1</sup>, А.И. Захаров<sup>1</sup>, И.А Карнаущенко<sup>1</sup>, А.Б.Климовский<sup>2</sup>, С.А.Нестерова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва

<sup>2</sup> Ульяновский государственный технический университет

<sup>3</sup> ООО “Научно-технологический центр”, г. Ульяновск

Поступила в редакцию 14.05.2010

В работе исследовалось распределение влажности в различных сечениях диатомитовых образцов размером 40 × 50 × 20 мм в процессе сушки при 100 °С путем измерения влажности отдельных сегментов образца, вырезанных из определенной части.

Ключевые слова: распределение влажности, диатомитовые образцы, сушка.

С целью изучения равномерности сушки диатомитовых образцов в работе исследовалось распределение влажности в различных сечениях образцов размером 40 × 50 × 20 мм в процессе сушки при температуре 100 °С путем измерения влажности отдельных сегментов образца, вырезанных из определенной части (рис. 1). Пропорции образца были выбраны подобными пропорциям блоков, выпускаемых на производстве.

Измерения проводили в следующих областях образца:

- в середине граней образца (верхней (1) и двух боковых (2), (4));
- в центре образца (5);
- в углу образца (6);
- в серединах ребер образца (3), (7).

По полученным данным строили зависимости для различных сечений образца (продольном (рис. 3), поперечном (рис. 4), диагональном (рис. 5)).

Согласно зависимости, представленной на рис. 2, усадка образца оканчивается примерно после 150 минут сушки при 100 °С. К этому моменту устанавливается постоянная скорость сушки и удаление влаги идет диффузионным путем из серединных слоев образца к его повер-

*Беляков Алексей Васильевич, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров.*

*E-mail: av\_bel@bk.ru; belakov@muctr.ru.*

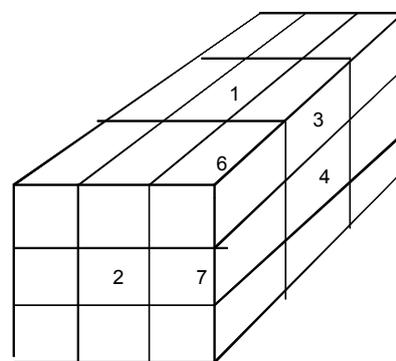
*Захаров Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии керамики и огнеупоров.*

*Карнаущенко Ирина Альбертовна, инженер кафедры химической технологии керамики и огнеупоров.*

*Климовский Андрей Борисович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры физики.*

*E-mail: phys@ulsti.ru*

*Нестерова Светлана Александровна, доктор химических наук, главный технолог*



5 – центр образца, т.е. его сердцевина

**Рис. 1.** Схема точек в образце, влажность которых определялась в процессе сушки

ности. Как известно, распределение влаги при сушке образца типа пластины подчиняется параболическому закону, при этом критическая влажность, при которой возможно образования трещины в процессе сушке определяется перепадом влажности между поверхностью образца и его серединой.

Диатомитовая масса является малочувствительной к сушке, несмотря на очень высокую исходную влажность, сушка образцов проходила без образования усадочных трещин. Это объясняется достаточно низкой гидрофильностью кремнеземистого материала, составляющего основу. В этом случае трещиностокость образцов зависит от связанности и поведения при сушке глинистой части материала.

Максимальный перепад влажности в момент окончания усадки в продольном сечении образца зафиксирован между (1) и (5) – между серединой верхней грани (пастели кирпича) и центром образца – достигает 5 %. Спустя 1,5 часа после окончания усадки в этом сечении перепад влаж-

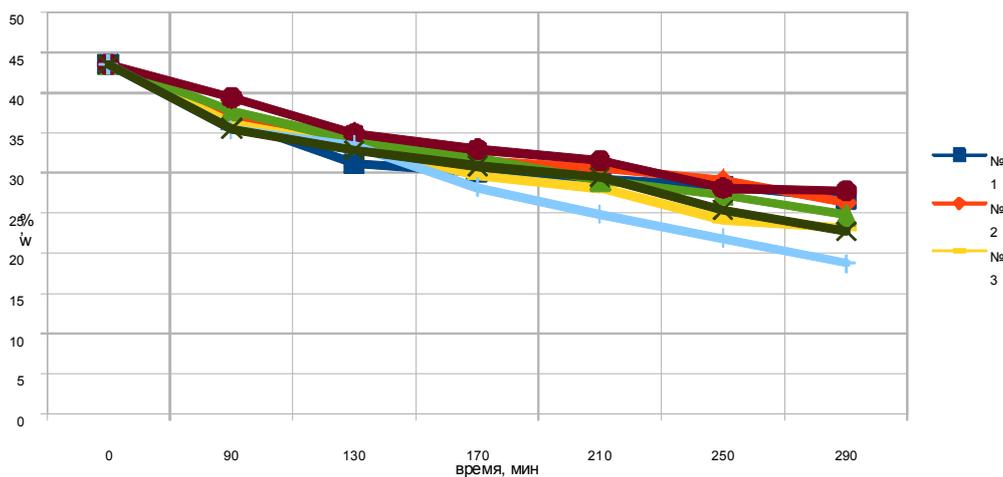


Рис. 2. Распределение влажности в образце из диатомитовой массы в зависимости от времени сушки

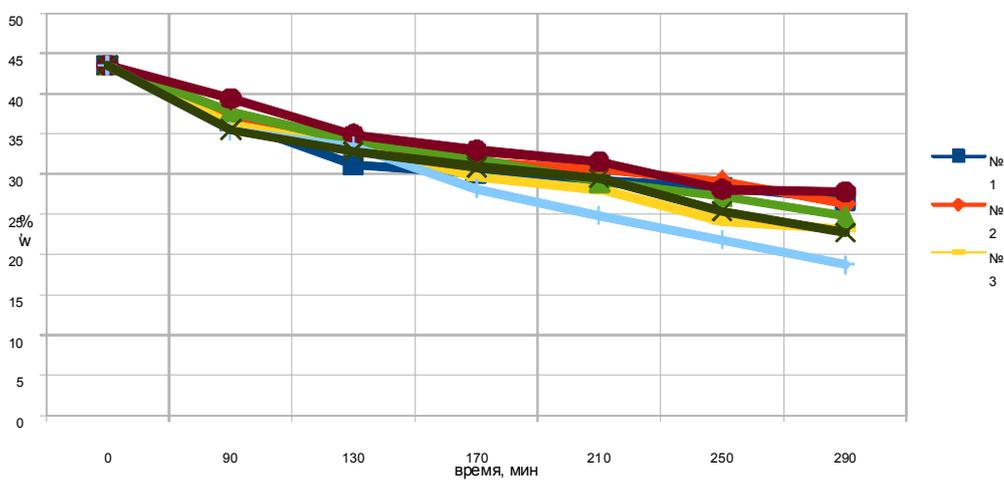


Рис. 3. Распределение влажности в продольном сечении образца в процессе его сушки

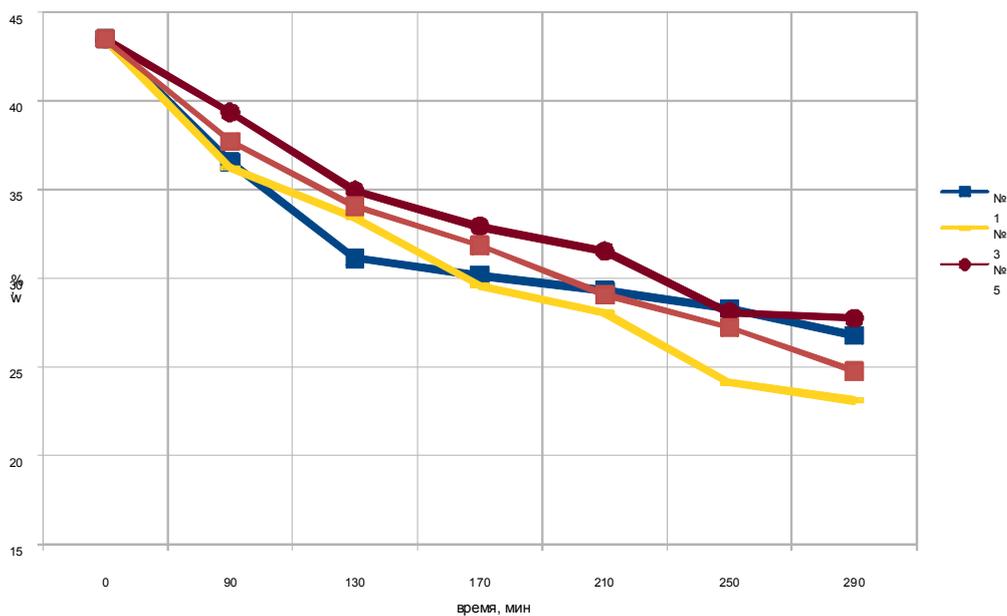


Рис. 4. Распределение влажности в поперечном сечении образца в процессе его сушки

ности между этими точками и (2) (середина тычка) почти исчезает и составляет не более 2 %. Ни в том, ни в другом случае не наблюдается ни деформации, ни образования трещин.

В поперечном сечении образца (рис. 4) наблюдается аналогичная картина: максимальный перепад (5 %) достигается при окончании

усадки и замечен между серединой пастели (1) и центром образца (5), а спустя 1,5 часов – между серединой ребра пастели (3) и центром образца.

В диагональном сечении образца (рис. 5) перепад после 6 часов сушки достигает почти 20 % и наблюдается между центром образца и его углами.

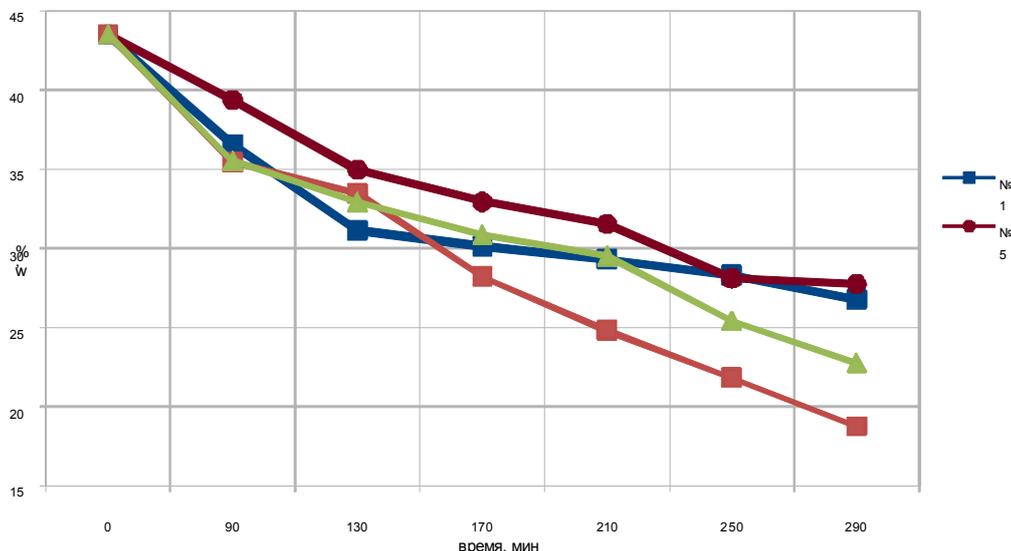


Рис. 5. Распределение влажности в диагональном сечении образца в процессе его сушки

Таблица 1. Значения анизотропии усадки образцов из диатомитовой массы с различными добавками

Добавка (водные растворы)	Усадка образца, %			Соотношение усадок
	по длине	по высоте	по ширине	
-	2,5	3,3	2,0	1,25
поливиниловый спирт (ПВС)	2,8	2,1	3,2	0,88
сульфитно-спиртовая барда (ССБ)	3,6	5,0	3,4	1,06
метилцеллюлоза (МЦ)	0,9	4,6	3,0	0,30

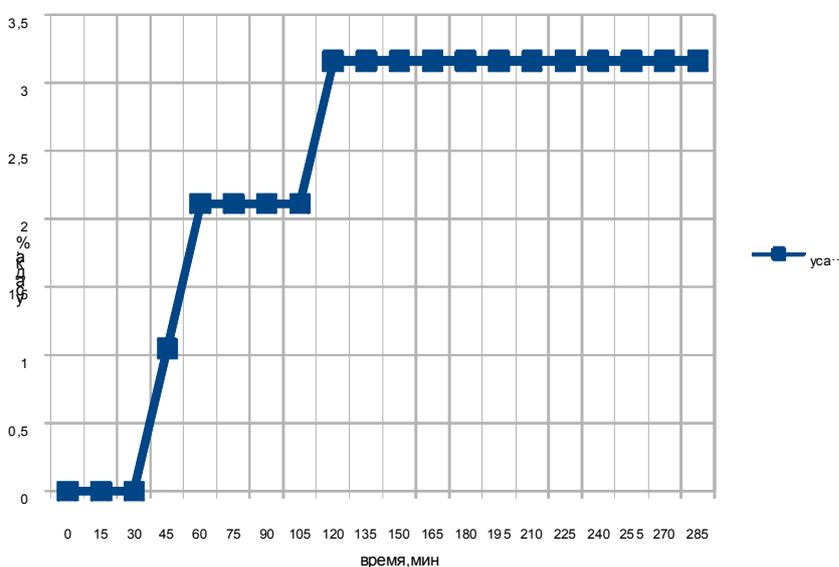


Рис. 6. Зависимость усадки образца от времени сушки в вакуумном шкафу

Таким образом, при данных условиях (100 °С) в образцах, подобных по форме промышленным, не был достигнут критический перепад влажности, приводящий к образованию трещин. Для оптимизации скорости сушки необходимо проводить натурные исследования в сушильных камерах, подобных заводским. Однако можно предположить, что скорость сушки может быть существенно увеличена за счет увлажнения сушильного агента, подаваемого в сушильное пространство.

В работе так же исследовалось анизотропия усадки образцов пластического формирования с различными видами добавок (табл. 1). Увеличивающаяся анизотропия усадки говорит о неравноплотности, вернее, о текстурированности образцов. Отклонение от равных усадок, т.е. от величины отношения усадки в различных направлениях равной единице, наблюдалось у образцов всех составов. Однако наилучшие результаты были получены для массы с добавкой сульфитно-спиртовой барды.

Для сравнения полученных результатов с альтернативными способами сушки использовали сушку образцов в вакуумном сушильном шкафу. Исследование усадки от времени сушки при температуре 100 °С показало, что по сравнению с сушкой в аналогичных условиях без применения вакуума усадка образца увеличилась и со-

ставила 3,2 % (без применения вакуума – 2,5 %), время сушки до окончания усадки немного сократилась – 120 минут по сравнению со 150 минутами без применения вакуума.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее эффективной добавкой (из испытанных) с точки зрения сушильных свойств является сульфитно-спиртовая барда (либо его аналог – лигносульфонат натрия), обеспечивающая наименьшую анизотропию усадки образцов при сушке.

Целесообразно поведение сушки сырца при температуре 100 °С с использованием паровлажнения поступающего теплоносителя, обращающая особое внимание на садку сушильных вагонеток, т.к. наибольший перепад влажности наблюдается в диагональном сечении отформованных блоков. Перспективно, особенно для изделий больших габаритов проработать использование сушильных устройств с минимальной контролируемой влажностью при невысоких температурах.

При использовании вакуумной сушки процесс сокращается на 20 % при одновременном увеличении энергозатрат почти на 5 % по сравнению с традиционной безвакуумной термической сушкой.

## STUDY ON THE MOISTURE DISTRIBUTION AND ANISOTROPY SHRINKAGE DURING DRYING KIESELGUHR SAMPLES WITH ADDITIVE

© 2010 A.V. Belyakov<sup>1</sup>, A.I. Zakharov<sup>1</sup>, I.A. Karnauschenko<sup>1</sup>, A.B. Klimovsky<sup>2</sup>, S.A. Nesterova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> D.Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

<sup>2</sup> Ulyanovsk State Technical University

<sup>3</sup> Scientific-Technological Centre Ltd, Ulyanovsk

Moisture distribution in different sections of kieselguhr samples size 40 r 50 r 20 mm during the drying process at 100 °С was investigated by measuring the moisture content of the individual segments of the sample cut in a certain place.

Key words: moisture distribution, kieselguhr samples, drying process.

---

Alexey Belyakov, Doctor of Chemistry, Professor, Head at the Chemical Engineering Ceramics and Refractories Department. E-mail: av\_bel@bk.ru; belakov@muctr.ru.

Alexander Zakharov, Candidate of Technics, Associate Professor at the Chemical Engineering Ceramics and Refractories Department.

Irina Karnauschenko, engineer at the Chemical Engineering Ceramics and Refractories Department.

Andrey Klimovsky, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor at the Physics Department.

E-mail: phys@ulstu.ru

Svetlana Nesterova, Doctor of Chemistry, Chief Technologist.