

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ДИАТОМИТОВЫХ МАСС 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 получены зависимости изменения влажности кусковой диатомитовой массы исходной относительной влажностью 50 % от времени сушки, усадки образцов от времени сушки и усадки от влажности.  
 Ключевые слова: влажность, кусковая диатомитовая масса, сушка

Основной целью проведенного исследования явилось определение оптимальных условий сушки диатомитовых масс с различными добавками.

Высокая пористость частиц исходного диатомита предопределяет его высокую карьерную влажность. Пластичность диатомита и его связанность явно недостаточны для формования крупногабаритных профильных изделий, механическая прочность сырца мала, что требует введения связок, обеспечивающих пластичность и способствующих образованию прочных связей между частицами. Сушка сырца облегчается меньшей, чем у глин, лиофильностью диатомита, однако ее режимы и способы требуют оптимизации, а сам процесс удаления влаги из пористых частиц и изделий требует изучения.

В работе получены зависимости изменения влажности кусковой диатомитовой массы исходной относительной влажностью 50 % от времени сушки, усадки образцов от времени сушки и усадки от влажности.

Зависимость влажности кусковой диатомитовой массы показана на рис. 1. Из рисунка видно, что эффективная сушка начинается только после 100 минут выдержки массы в сушильном шкафу (около 1/3 всего времени сушки), что объясняется длительным временем, необходимым для прогрева влажного материала вследствие его малой теплопроводности.

*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@ulstu.ru*

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

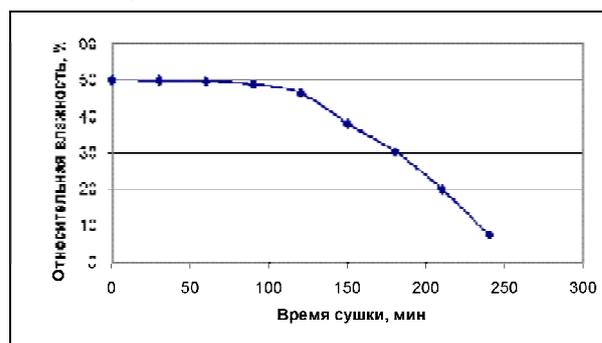
На рис. 2 приведены графические зависимости тепловых эффектов и изменения массы диатомита при нагревании до 300 °С, полученные методами дифференциально-термического и термогравиметрического анализов. Зависимости были получены при минимально возможной скорости нагрева 0,6 °С/мин для исследования процесса удаления влаги из пористых диатомитовых частиц. Результаты сведены в табл. 1.

Для изучения сушильных свойств диатомитовых масс (с добавками связок и без) изучали их поведение в процессе сушки: зависимость усадки образцов от времени сушки (рис. 3) и зависимости усадки от влажности (кривые Бигота). Результаты измерений приведены в табл. 2 и на рис. 3 – 7. В качестве добавок использовались (водные растворы поливинилового спирта (ПВС), метилцеллюлозы (МЦ) и сульфитно-спиртовой барды (ССБ)).

Из рис. 4 видно, что усадка образцов из диатомита без добавок прекращается при достижении влажности 38 %. Наиболее опасным периодом сушки является тот, когда влажность материала составляет более 43 %.

При введении в массу 5 % ПВС опасным периодом является весь период усадки, который протекает довольно быстро до влажности 40 %.

При введении в массу 5 % ССБ наблюдается также резкая усадка массы, протекающая до 40 % отно-



**Рис. 1.** Зависимость относительной влажности диатомитовой массы от времени сушки

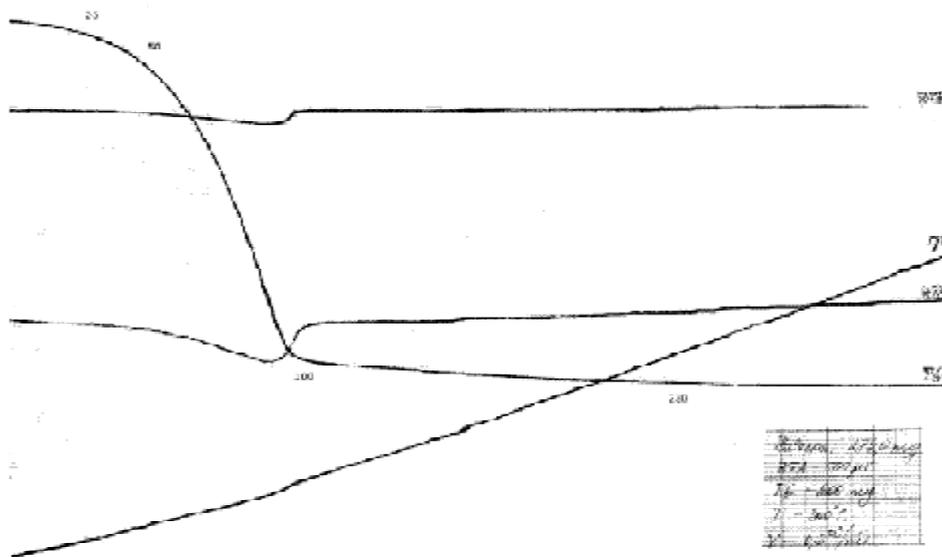


Рис. Таблица 1. Изменение массы образца диатомита во время нагрева

№	Диапазон температур, °С	Потери массы, %	Процесс, проходящий при нагреве
1	20 – 50	7,3	Удаление физически связанной воды с поверхности частиц
2	50 – 100	90	Удаление физико-химически связанной воды из поровой структуры частиц. Сопровождается эндотермическим эффектом при 80 °С
3	100 – 230	2,7	Удаление остатка воды

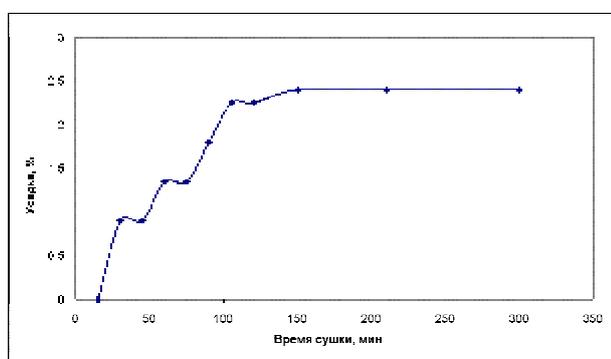


Рис. 3. Зависимость усадки образца диатомита без добавок от времени сушки при температуре 100 °С

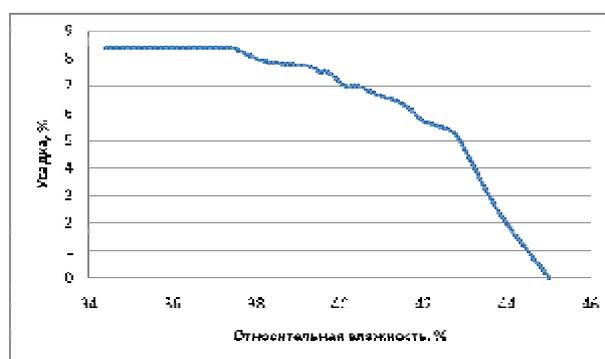


Рис. 4. Зависимость усадки образцов из диатомитовой массы от влажности при сушке в естественных условиях

сительной влажности образца. Подобная зависимость характерна и для масс с добавкой МЦ (рис. 7).

Коэффициент чувствительности к сушке определяли по методу А.Ф. Чижского [1], используя построенные зависимости для определения критической влажности, соответствующей моменту окончания усадки.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Сушка образцов размерами 40 × 50 × 20 мм в сушильном шкафу от влажности 50 % до 6 –

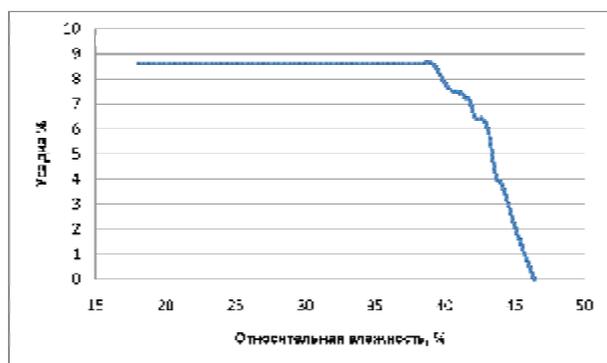
8 % происходит за 4 – 4,5 часа, при этом первые 1,5 часа (около 1/3 времени сушки) влажность снижается только до 46 %, что связано с длительностью прогрева образцов до начала эффективной сушки.

При температуре 100 °С в сушильном шкафу может быть удалено 97,3 % воды.

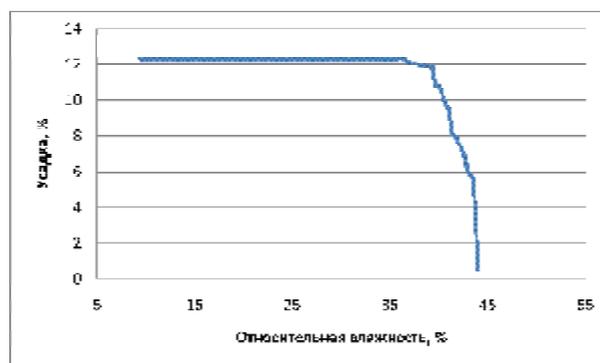
Основная усадка образцов при сушке происходит в течение 2,5 часов, при этом для образцов из чистого диатомита усадка практически прекращается при достижении влажности 38 % и наиболее критичным является период, когда

**Таблица 2.** Зависимость усадки от влажности для диатомитовых масс с добавками и без добавок

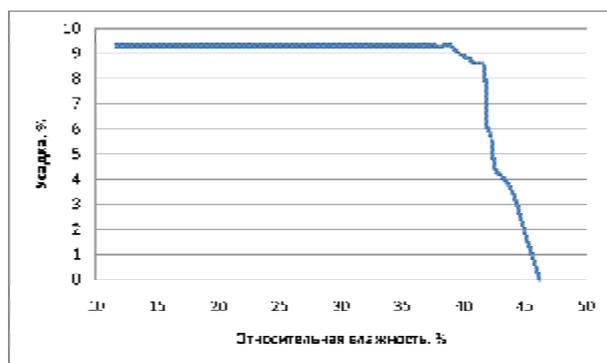
Диатомит		Диатомит с 5 % ПВС		Диатомит с 5 % ССБ		Диатомит с 5 % МЦ	
Относительная влажность, %	Усадка, %						
43,8	2,38	45,2	1,8	44,0	0,5	44,8	2,2
42,8	5,15	44,0	3,9	43,5	5,5	43,9	3,6
42,4	5,5	43,7	4,0	43,0	5,9	42,7	4,3
42	5,7	43,1	5,9	42,6	6,9	42,5	4,6
41,7	6,1	42,7	6,4	42,2	7,4	42,2	5,8
41,4	6,4	42,5	6,4	41,7	7,9	41,9	6,1
41	6,6	42,2	6,4	41,3	8,2	41,7	8,4
40,7	6,8	41,7	7,2	41,0	9,4	41,5	8,6
40,4	7	41,5	7,2	40,6	9,9	41,3	8,6
40,1	7	41,3	7,4	40,0	10,8	40,8	8,6
39,7	7,5	40,7	7,5	39,6	10,8	40,4	8,8
39,5	7,5	40,3	7,6	39,4	11,8	39,6	9,0
39,3	7,7	39,1	8,6	39,2	11,8	38,9	9,3
38,7	7,8	38,4	8,6	38,6	11,9	38,4	9,3
38,2	7,9	38,0	8,6	38,2	11,5	37,9	9,3
37,7	8,2	37,5	8,6	36,7	12,0	37,4	9,3
37,4	8,4	36,9	8,6	36,3	12,3	36,9	9,3
36,6	8,4	36,5	8,6	35,7	12,3	36,5	9,3



**Рис. 5.** Зависимость усадки образцов из диатомитовой массы с добавкой 5 % ПВС от влажности при сушке в естественных условиях



**Рис. 6.** Зависимость усадки образцов из диатомитовой массы с добавкой 5 % ССБ от влажности при сушке в естественных условиях



**Рис. 7.** Зависимость усадки образцов из диатомитовой массы с добавкой 5 % МЦ от влажности при сушки в естественных условиях

влажность более 43 %, для образцов с добавками усадка практически прекращается при влажности 40 % и критический участок заканчивается, когда влажность достигает 44 – 49 % (в зависимости от добавки).

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Чижский А.Ф. Сушка керамических материалов и изделий. М.: Стройиздат, 1971. 176 с.

## **RESEARCH OF DRYING PROCESS OF KIESELGUHR WITH ADDITIVES**

© 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. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

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

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

For kieselguhr mass with initial relative humidity 50 % were obtained the dependences variation of moisture from drying time, of shrinkage of the samples from the time of drying and of shrinkage from moisture.

Key words: humidity, kieselguhr, drying

---

*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.*