

УДК 536.24.08

ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОКСИДА КАЛЬЦИЯ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Виолетта Владимировна Серёгина

магистрант

Олег Сергеевич Дмитриев

доктор технических наук, профессор

phys@tstu.ru

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

Аннотация. Экспериментально исследованы тепловлажностные характеристики (объемная теплоемкость, теплопроводность и влажность) безводного порошкообразного и влажного гидроксида кальция в зависимости от температуры. Измерения выполнены с использованием доработанной для этого вещества компьютерной измерительной системы исследования теплофизических свойств химически реагирующих сред. Проанализированы полученные данные и показана необходимость учета температурной зависимости теплофизических характеристик гидроксида кальция при расчете процессов сушки.

Ключевые слова: влажность, гидроксид кальция, теплофизические характеристики.

Гидроксид кальция (гашеная известь, пушонка) это неорганическое соединение с химической формулой $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При большом содержании воды это гашеная известь. Представляет собой белую массу с консистенцией от пастообразной до жидкой суспензии. В стандартных условиях это пушонка и имеет вид белого порошка, мало растворимого в воде. Применение гидроксида кальция весьма широкое. Его применяют в сельском хозяйстве для раскисления (известкования) почвы как известковое удобрение, как защитное и дезинфицирующее средство для борьбы с бактериями и вредителями растений, в качестве строительного материала, в бытовой химии и пр. [1].

Как правило, в торговой сети гидроксид кальция продают в виде пушонки с минимальным содержанием влаги, т.е. в сухом состоянии. Поэтому после гашения негашеной извести и преобразования её в гашеную она проходит операцию сушки. Процесс обезвоживания является энергоёмким и требует расчета режимов процесса сушки. Главными параметрами при расчете режимов сушки являются теплофизические характеристики (ТФХ) и влажность. Поэтому информация о ТФХ во влажном и сухом состоянии, а также влагосодержании гидроксида кальция является необходимым условием расчета процесса сушки, что обеспечивает экономию средств на проведение процесса и в конечном итоге снижение цены продукта. Конечная влажность полученной пушонки также является важным параметром, который определяет плотность продукта.

Влажность порошкообразных материалов обычно определяют в химической лаборатории кондуктометрическим или весовым методом [1]. Сложнее измерить теплоемкость, а особенно теплопроводность порошкообразного сыпучего материала, каковым является гидроксид кальция в состоянии пушонки. Также сложно измерить ТФХ гидроксида кальция во влажном состоянии, так как для этой цели сложно найти подходящие приборы, позволяющие исследовать агрессивные влажные вещества. Рассматривая различные варианты имеющихся в ТГТУ теплофизических приборов, была выбрана компьютерная измерительная система (КИС) исследования

теплофизических характеристик [2, 3]. КИС предназначена для исследования ТФХ химически реагирующих веществ и имеет защиту измерительного устройства от воздействия агрессивных сред. Тем не менее, для использования КИС в качестве измерителя ТФХ влажных порошков потребовалась некоторая доработка, заключающаяся в изготовлении специальной пластиковой рамочной вставки с расположенной внутри термопарой.

Эксперимент начинали с установки рамочной вставки в измерительное устройство, термопару подключали к измерительной схеме. Затем определяли массы пакетов порошка гидроксида кальция. Порошок одного из пакетов засыпали внутрь рамочной вставки до верхнего уровня, слегка уплотняли и разравнивали. Оставшийся порошок в пакете снова взвешивали и вычисляли массу засыпанной части. Опускали верхний нагреватель до контакта с порошком и рамочной вставкой, запускали программное обеспечение КИС, включали нагрев и выполняли эксперимент. Нагрев влажного порошка проводили до температуры 99°C, сухой порошок нагревали до 118°C. После эксперимента порошки извлекали из измерительного устройства и снова определяли массу, убеждаясь в отсутствии потерь влажности. После однократного нагрева масса засыпанного материала практически не изменялась. По зарегистрированным экспериментальным данным с помощью программного обеспечения КИС вычисляли ТФХ порошков гидроксида кальция.

Исследованы влажный и сухой порошки гидроксида кальция. Их некоторые исходные характеристики сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Исходные характеристики гидроксида кальция

№ пп	Характеристика	Гидроксид кальция Ca(OH) ₂	
		Влажный	Сухой
1	Масса засыпки в рамку, кг	0,1304	0,0788
2	Объем засыпки в рамку, м ³	124,5 10 ⁻⁶	124,5 10 ⁻⁶
3	Насыпная плотность засыпки, кг/м ³	1047,5	633
4	Плотность твердой части (справочник), кг/м ³	2211	2211
5	Влажность, %	62	5

6	Порозность засыпки	0,53	0,71
---	--------------------	------	------

Графики измеренных теплофизических характеристик влажного и сухого гидроксида кальция изображены на рисунках 1 и 2.

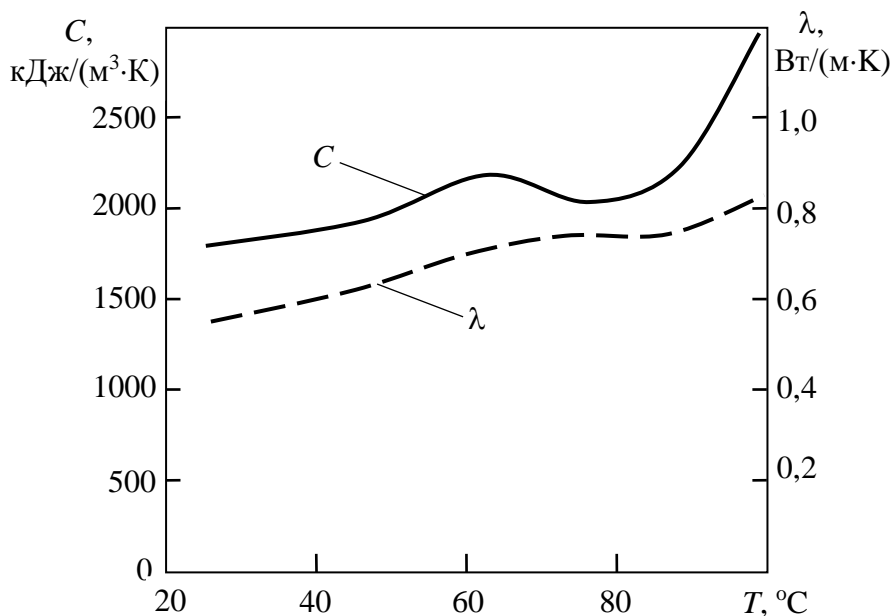


Рисунок 1 – Объемная теплоемкость C и теплопроводность λ влажного $\text{Ca}(\text{OH})_2$

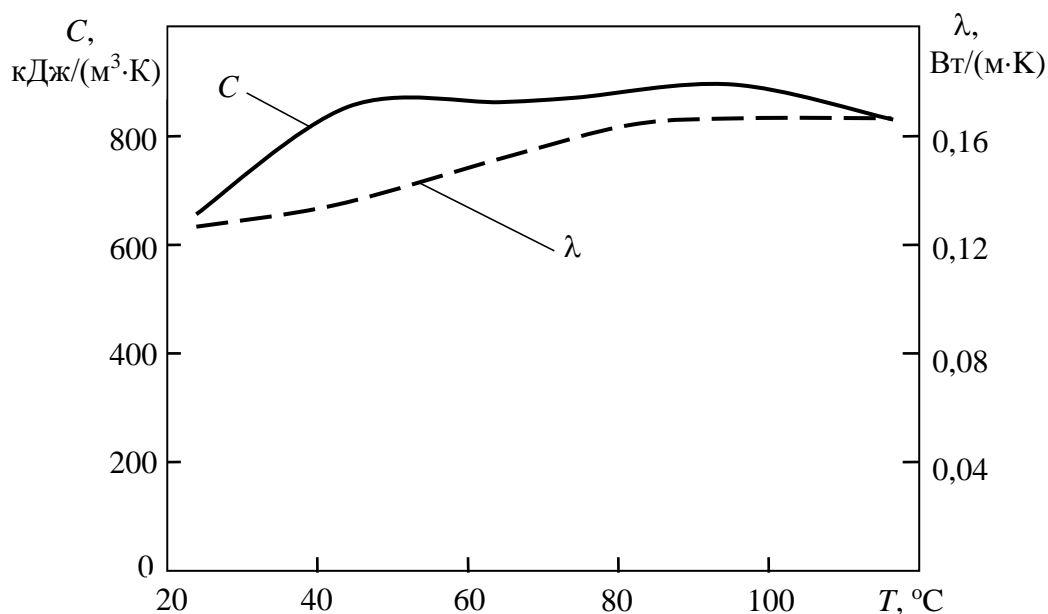


Рисунок 2 – Объемная теплоемкость C и теплопроводность λ сухого $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Анализируя графики можем видеть, что объемная теплоемкость C влажного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при температуре в области кипения воды существенно

повышается от 2000 до 3000 кДж/(м³·К). Это можно объяснить выделением капиллярной влаги, в результате этого явления теплоемкость становится эффективной. Коэффициент теплопроводности λ в зависимости от температуры также несколько возрастает вследствие формирования влажностных мостиков между кристаллами порошка.

Исследование ТФХ сухого гидроксида кальция проводили до более высокой температуры до 118°C вследствие отсутствия каких либо эффектов с области кипения воды и существенной аномалии. Поэтому можно сделать вывод, что влага, присутствующая в сухом гидроксиде кальция, является кристаллической. Дальнейшее увеличение температуры измерения ТФХ не имеет смысла по причине отсутствия необходимости в таких данных.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что теплофизические характеристики порошкообразного гидроксида кальция имеют достаточно выраженную температурную зависимость в диапазоне от комнатной до температуры кипения воды. Поэтому при расчетах химико-технологических процессов производства гидроксида кальция необходимо учитывать температурные зависимости теплофизических характеристик, что будет способствовать повышению точности расчетов процессов сушки.

Список литературы:

1. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений. Под общ. ред. чл.-корр. Б.П. Никольского. С.-Пб.: НПО «Профессионал». 2011. 1276 с.

2. Дмитриев О.С., Живенкова А.А., Дмитриев А.О. Интеллектуальная информационно-измерительная система для определения теплофизических характеристик полимерных композитов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 1. С. 73-83.

3. Интегрированная информационно-измерительная система исследования свойств и расчета режимов отверждения полимерных композитов

/ О.С. Дмитриев, С.В. Мищенко, А.О. Дмитриев, И.С. Касатонов, С.О. Дмитриев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2008. Т. 14, № 2. С. 230-240.

UDC 536.24.08

THERMAL AND HUMIDITY CHARACTERISTICS OF CALCIUM HYDROXIDE DURING THE DRYING PROCESS

Violetta V. Seregina

master student

Oleg S. Dmitriev

doctor of technical sciences, professor

phys@tstu.ru

Tambov State Technical University

Tambov, Russia

Abstract. Thermal and humidity characteristics (volume heat capacity, thermal conductivity and humidity) of anhydrous powdered and wet calcium hydroxide depending on temperature were experimentally studied. The measurements were carried out using a computer-measuring system for studying the thermophysical properties of chemically reacting media, modified for this substance. The obtained data is analyzed and the need for calculating drying processes is shown. The obtained data are analyzed and the need to take into account the temperature dependence of calcium hydroxide thermophysical characteristics when calculating drying processes is shown.

Key words: humidity, calcium hydroxide, thermophysical characteristics.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.