

УДК 691.261.2: 667.6

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор

E-mail: svf08@mail.ru

Амельченко М.О. – аспирант

E-mail: colbasa-disabled@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Усманов Р.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: usmanoff@gmail.com

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68

Влияние ультразвуковой обработки каолина на его дисперсность и сорбционные свойства

Аннотация

В статье изучено влияние ультразвуковой обработки наполнителя – каолина, используемого в лакокрасочной промышленности, на его основные физические параметры. Установлено, что воздействие ультразвуковой волны (20 кГц, 1000 Вт, амплитуда 100 мкм) позволяет уменьшить средний размер частиц каолина с 30 мкм до 8 мкм и в 2 раза увеличить его удельную поверхность. Кроме того активация ультразвуком приводит к увеличению сорбционных свойств физического и химического характера.

Ключевые слова: наполнитель каолин, ультразвуковое воздействие, активация, водно-дисперсионные лакокрасочные материалы.

Ранее нами рассмотрена возможность применения активированных наполнителей в защитных водно-дисперсионных лакокрасочных материалах (ЛКМ) [1, 2, 3]. Однако в этих работах не исследовалось влияние наиболее значимых для применения в ЛКМ свойств наполнителей: дисперсность, сорбционные свойства, удельная поверхность.

В связи с вышесказанным, актуальным является исследование условий активации и свойств наполнителя, до и после обработки, а также поведение его в процессе хранения и использования и т.д.

Методы и объекты исследования

В качестве объекта исследования использовали каолин (ТУ 5729-016-48174985-2003).

Воздействие на исходный каолин ультразвуком осуществляли на установке UIP1000hd (20 кГц, 1000 Вт, амплитуда 100 мкм).

В полученных образцах активированного каолина определяли:

- дисперсный состав на приборе HORIBA LA-950, а также изучали его поведение при дифференциально-термическом анализе (ДТА) на дериватографе Q-1500D (чувствительность 200 мг, скорость нагрева 10 °С);
- удельную поверхность наполнителя – методом Козени-Кармана на приборе ПСХ-8А по воздухопроницаемости и пористости уплотненного слоя порошка;
- гидравлическую активность (СаО) по методу [4-5], заключающемся в способности каолина поглощать известь из насыщенного раствора.

Обсуждение результатов

Как правило, при исследовании активированных наполнителей основное внимание обращают на возможные изменения их физической и химической структур. При ультразвуковом воздействии важным параметром является удельная поверхность наполнителя и средний размер полученных частиц.

При определении дисперсного состава наполнителя в исходном сырье (рис. 1) установлено, что средний размер частиц каолина составляет ~ 30 мкм.

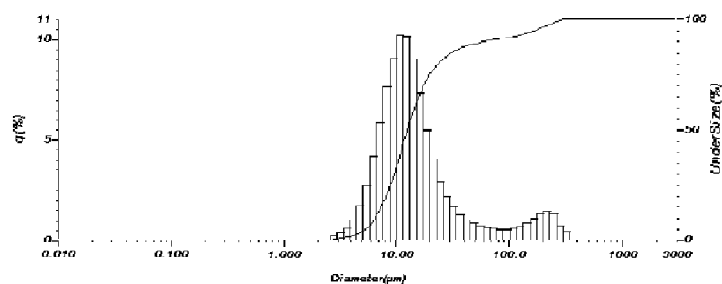


Рис. 1. Дисперсное распределение частиц исходного каолина

Для получения наполнителя с минимальным дисперсным размером частиц, исследовалось влияние времени ультразвуковой обработки – от 1 до 10 минут (табл.), на размер частиц, удельную поверхность.

Таблица

Характеристика наполнителя после обработки при различных режимах

№ п/п	Время обработки, мин	Средний размер частиц, мкм	Гидравлическая активность, г/мл	Удельная поверхность, см ² /г
1	1	21,3	538	8923
2	3	10,0	1023	9398
3	5	9,9	1222	10256
4	7	9,4	1345	12954
5	10	8,8	1533	15388

Видно, что наиболее оптимальные показатели наблюдаются у образцов № 4-5 (табл. 1). Распределение размера частиц каолина при изменении времени обработки (от 7 до 10 мин) занимает широкий интервал (рис. 3-4), большая часть которого приходится на размер частиц в 8-15 мкм – 43 %. Кроме того, следует отметить появление второго пика, вблизи наноразмерной области, который наблюдается после 3 минут ультразвуковой обработки наполнителя (рис. 2), и продолжает рост, как в процентном соотношении, так и в размерном диапазоне, с увеличением длительности процесса. После проведения 7 минутной активации (рис. 3), увеличение роста второго пика не наблюдается и уже после 10 минут обработки – практически прекращается (рис. 4).

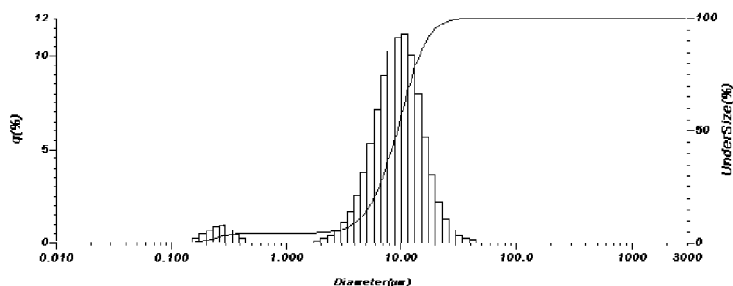


Рис. 2. Дисперсное распределение частиц каолина, обработанного ультразвуком в течение 3 минут

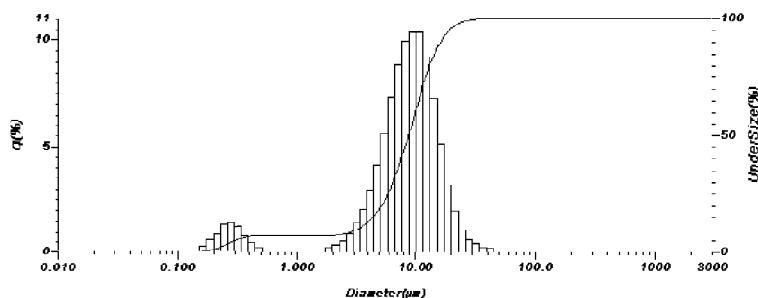


Рис. 3. Дисперсное распределение частиц каолина, обработанного ультразвуком в течение 7 минут

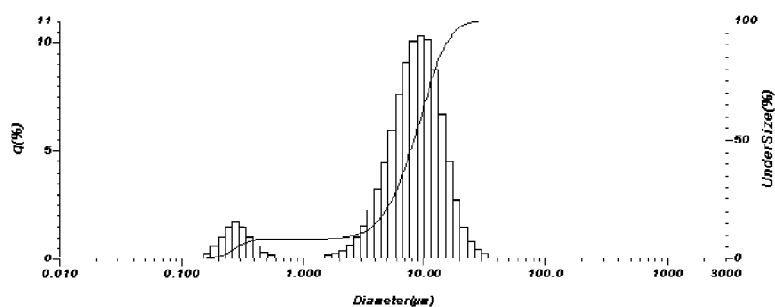


Рис. 4. Дисперсное распределение частиц каолина, обработанного ультразвуком в течение 10 минут

Дальнейшее наблюдение за изменениями «второго пика» показало, что выдержка наполнителя после ультразвуковой обработки в течение 7 суток приводит к уменьшению процентного содержания частиц с 7 % до ≈ 2 % (рис. 5).

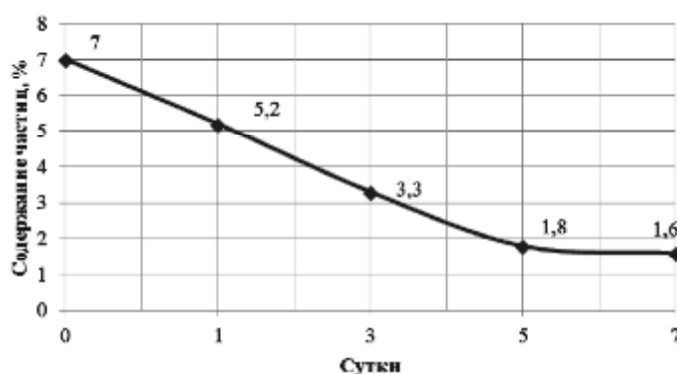


Рис. 5. Изменение процентного содержания частиц на втором пике в течение 7 суток

Очевидно это эффект можно объяснить изменениями величины свободной поверхностной энергии частиц наполнителя из-за увеличения их удельной поверхности после воздействия ультразвука, вследствие чего происходит компенсация в результате процессов обратного диспергирования – агрегации [6-7].

Как видно (рис. 5), процесс укрупнения начинается после первых суток и продолжается в течение 5-6 дней, после чего темпы укрупнения замедляются, и процесс полностью тормозится на седьмой день. Происходит исчезновение частиц второго пика, а средний размер частиц наполнителя после выдержки в течение 7 суток составляет 10 мкм.

Известно применение каолина в качестве сорбента в различных отраслях промышленности [8-9]. В этой связи, принимая во внимание увеличение удельной поверхности, приводящей к повышению активности порошкообразного материала, необходимо определить ее влияние на сорбционные свойства наполнителя. Нами исследование физической и химической сорбции озвученного наполнителя проводилось при последующем сравнении полученных данных с исходным образцом. Исследование химической сорбции заключалось в определении гидравлической активности наполнителя (табл.), а изучение физической сорбции – в нагреве исходного и озвученного образцов наполнителя (рис. 6-7) на дериватографе до температуры 700 °C: выдержанных при обычных условиях, и после высушивания при 130 °C.

Как видно (рис. 7), при первоначальном нагреве озвученного образца от 0 до 100 °C, на кривой потери массы (Tg) наблюдается ее первоначальное падение ($\sim 18-20$ %) с последующим выходом на плато. Полученный эффект можно объяснить наличием сорбированной влаги, поглощенной в результате появления развитой активной поверхности наполнителя после ультразвуковой обработки. Для подтверждения предположения, о процессе поглощения влаги воздуха поверхностью каолина, проводилось дополнительное исследование образцов после выдержки их при 130 °C в течение 2 часов (рис. 8).

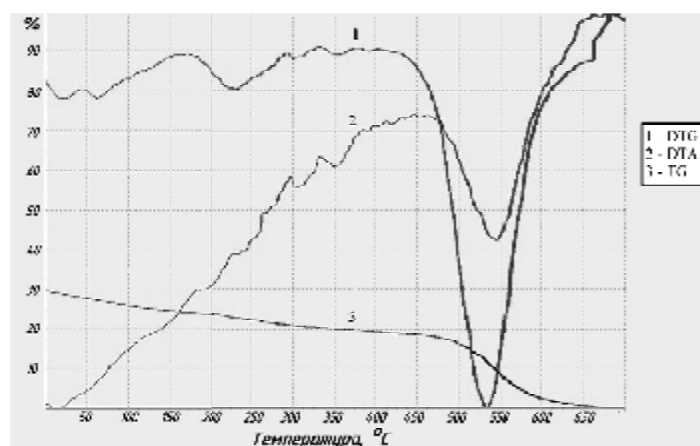


Рис. 6. Дериватографическое исследование исходного каолина

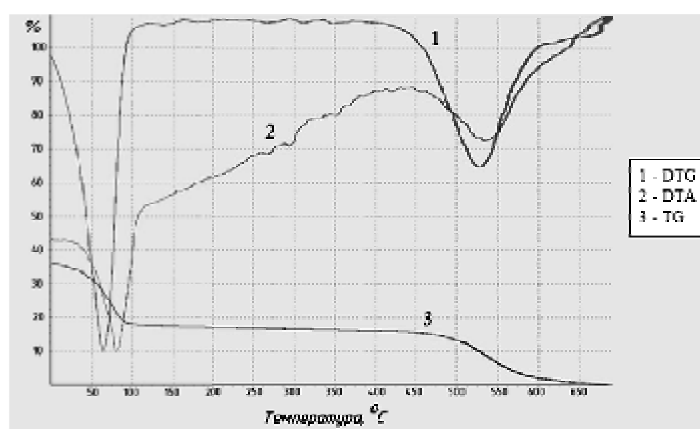


Рис. 7. Дериватографическое исследование озвученного каолина

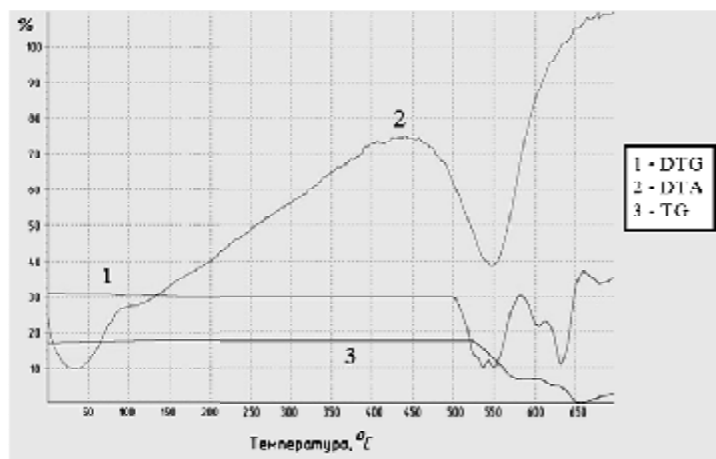


Рис. 8. Дериватографическое исследование озвученного каолина, после выдержки его при 130 °С в течение 2 часов

Как видно после проведения испытаний, характерный «провал» на кривой Tg, в интервале температур от 0 до 100 °С – отсутствует, что подтверждает факт сорбирования наполнителем влаги и, в свою очередь, определяет необходимость соблюдения правил хранения озвученного каолина – в герметично закрытой таре.

Таким образом, в результате сравнительных исследований исходного и УЗ-каолина установлено, что ультразвуковое воздействие активизирует каолин: позволяет увеличить его дисперсность (средний размер частиц уменьшается с 30 мкм до 8 мкм),

гидравлическую активность, которая повышается в 13 раз ($\text{CaO}_{\text{исх}} = 116$ г/мл, $\text{CaO}_{\text{уз}} = 1533$ мл/г). Кроме того у активированного наполнителя повышаются сорбционные свойства на $\approx 15\%$.

Список библиографических источников

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Сабахова Г.И. Исследование основных прочностных и технологических характеристик наполненных водно-дисперсионных защитных покрытий // Вестник КХТИ, 2013, № 22. – С. 31-33.
2. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияния модифицированного наполнителя на защитные свойства ВД-ЛКМ // Полимеры в строительстве: научный Интернет-журнал, 2014, № 2 (2). – С. 116-124.
3. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияния кислотной активации каолина на свойства водно-дисперсионных защитных покрытий // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 284-290.
4. ГОСТ 22688-77 Известь строительная, Методы испытаний.
5. Хоботова Э.Б., Уханёва М.И., Соколова А.В. Изучение минералогического и радионуклидного составов отвальной горелой угольной породы // Вісник НТУ «ХПІ», 2009, № 46. – С. 153-166.
6. Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. – 307 с.
7. Чекмарев А.С. Акустическая обработка глинистых суспензий с целью регулирования технологических свойств глины месторождения Шеланга / автореф. дисс... канд. техн. наук. – Казань, 2010. – 20 с.
8. Айлер Р. Химия кремнезема. Том 2. – М.: Мир, 1982. – 857 с.
9. Sudhakar M.R., Sridhara A. Mechanism of sulfate adsorption by kaolinite // Clays and clay minerals, 1984, Vol. 32, № 5. – P. 414-418.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: svf08@mail.ru

Amelchenko M.O. – post-graduate student

E-mail: colbasa-disabled@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Usmanov R.A. – candidate of technical science, associate professor

Kazan National Research Technological University

The organization address: 420015, Russia, Kazan, K. Marks st., 68

Influence of ultrasonic processing of a kaolin on its dispersion and sorption properties

Resume

In article influence of ultrasonic treatment of kaolin used in paint and varnish industry on its key physical parameters is studied. It is established that influence of an ultrasonic wave (20 kHz, 1000 W, amplitude of 100 microns) within 10 minutes in the water environment allows to reduce the average size of particles of a kaolin from 30 microns to 8 microns. Besides, processing of a filler ultrasound causes emergence of the second peak, near nanodimensional area which is observed after 3 minutes of ultrasonic treatment, and continues growth, both in a percentage ratio, and in the dimensional range. Further supervision over the second peak showed its disappearance after endurance of the activated filler within 7 days that is caused by aggregation of particles because of change of size of their free surface energy (the average size of particles after aggregation ≈ 10 microns). Research of sorption properties of a filler showed increase, both physical, and chemical sorptions. Absorption by the activated kaolin of moisture makes $\sim 18-20\%$, and hydraulic activity increases by 13 times that defines rules of storage of the activated kaolin – in hermetically closed container.

Keywords: filler kaolin, ultrasound treatment, activation, water-borne paints.

Reference list

1. Stroganov V.F., Amelchenko M.O., Sabahova G.I. Research of the main strength and technical characteristics of the filled water and dispersive coatings // Vestnik KHTI, 2013, № 22. – P. 31-33.
2. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Research of the filler modified by ultrasound on protective properties of water-borne paint // Polimery v stroitel'stve: scientific internet-journal, 2014, № 2 (2). – P. 116-124.
3. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Study the effect of acid activated kaolin on the properties of waterborne coatings // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 284-290.
4. GOST 22688-77 Lime for building purposes. Test methods.
5. Hobotova E.B., Uhanova M.I., Sokolova A.V. Studying of mineralogical and radio nuclide structures of dump burned coal breed // Vestnik NTU «HPI», 2009, № 46. – P. 153-166.
6. Hodakov G.S. Physics grinding. – M.: Nauka, 1972. – 307 p.
7. Chekmarev A.S. Acoustic treatment of clay suspensions in order to regulate the technological properties of the clay deposits Shelanga / thesis abstract... cand. of technical science. – Kazan, 2010. – 20 p.
8. Iler R. The chemistry of silica. Part 2. – M.: Mir, 1982. – 857 p.
9. Sudhakar M.R., Sridhara A. Mechanism of sulfate adsorption by kaolinite // Clays and clay minerals, 1984, Vol. 32, № 5. – P. 414-418.