

Везенцев А. И., д-р техн. наук, проф.,
Макридина О. И., аспирант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ НЕОТВЕРЖДЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ НАНОКЛАСТЕРОВ АМОРФНЫХ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛИЯ*

olgamakridina@mail.ru

При выборе оборудования в технологии производства композиционного материала обязательно учитываются дисперсионные характеристики компонентов. В связи с этим возникает необходимость экспериментального количественного определения размера частиц и специфической площади поверхности отдельных ингредиентов системы. В представленной работе проведено исследование распределения по размерам микрочастиц твердофазовых компонентов композиционного материала на основе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия.

Ключевые слова: седиментация, композиционные материалы, нанокластеры, аморфные гидросиликаты калия.

Технологические показатели композиционных материалов защитно-декоративного назначения влияют на качество получаемых покрытий и определяют их надежность в эксплуатации. Одним из основных технологических параметров при производстве композиционных материалов является дисперсность, от которой зависит скорость осаждения частиц активных и инертных наполнителей, а следовательно и продолжительность существования неотвержденного композиционного материала в однородном (жизнеспособном) состоянии. В основе технологии производства композиционных материалов защитно-декоративного назначения лежат коллоидно-химические процессы взаимодействия диспергированных компонентов с пленкообразующим системы. При выборе оборудования в технологии производства обязательно учитываются дисперсионные характеристики компонентов композиционного материала. При измельчении веществ не только возрастает реакционно-активная поверхность фаз, но и изменяются многие свойства их: возрастает растворимость, снижаются температуры фазовых переходов, повышается реакционная способность веществ и т.д. В связи с этим возникает необходимость экспериментального определения количественного размера частиц и специфической площади поверхности отдельных ингредиентов системы.

Правильный подбор компонентов композиционного материала невозможен без знания их основных физико-химических свойств, а также поведения при диспергировании [1]. Твердофазовые компоненты неотвержденной композиции состоят из частиц различных размеров, причем содержание частиц разных размеров неодинако-

во. Определение размеров частиц дисперсной фазы и построение кривых распределения частиц по размерам составляют суть дисперсионного анализа [2].

Форма частиц наполнителя композиционного материала определяется химической природой, структурой и условиями, в которых компоненты изготавливаются и эксплуатируются. Размер частиц является ключевым фактором, влияющим на выбор технологического оборудования для диспергации компонентов [3] и влияет на основные свойства композиционных материалов защитно-декоративного назначения: укрывистость, интенсивность окраски и др.

В представленной работе проведено исследование распределения по размерам микрочастиц твердофазовых компонентов композиционного материала на основе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия.

В состав разработанного нами композиционного материала защитно-декоративного назначения, кроме нанокластеров аморфных гидросиликатов калия [4] входят следующие ингредиенты: оксид цинка, оксид железа (III), микрорамор, высокодисперсный перлит, белая сажа (силика).

Анализ проведен в Центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» с помощью лазерного дифракционного анализатора размера частиц «Analysette 22 NanoТес». Аналогичный анализ был проведен на кафедре общей химии БелГУ на лазерном анализаторе Microtrac FLEX Nanotracs. Получили полную сходимость результатов.

Параметры измерения:

Тип измерения по методу Фраунгофера;

Диапазон измерения 0,1 [мкм] – 1021,87 [мкм];
 Разрешение 102 канала (20/385 мм);
 Абсорбция 13,00 масс.%;

Продолжительность измерения 50 (сканов).

В результате измерения получены кривые распределения частиц по размерам (рис. 1 – 6).

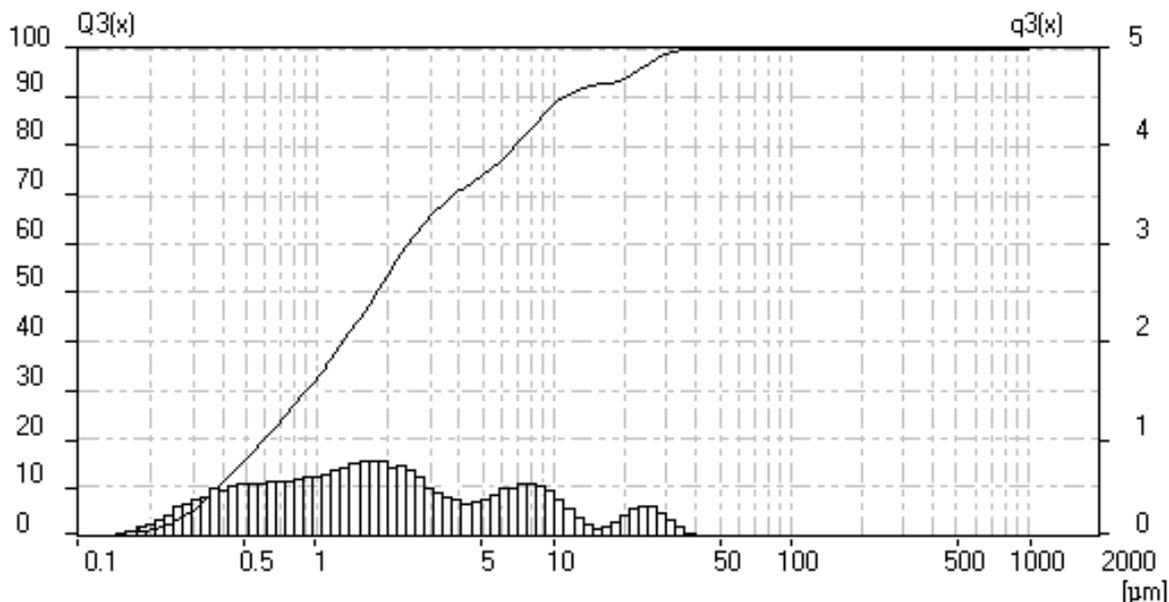


Рисунок 1. Распределение по размерам микрочастиц образца «Оксид железа (III)».

Интегральная кривая и гистограмма: интегральная кривая в координатах $Q3(x)=f(\mu m)$ (левая шкала) - каждая точка на кривой указывает, сколько % образца имеет размер частиц меньше либо равно данному. Гистограмма в координатах $q3(x)=f(\mu m)$ (правая шкала) - количество образца с данным размером частиц

Установлено, что средний размер частиц оксида железа (III) составляет 4,445 мкм, специфическая площадь поверхности – 59239,45 $см^2/см^3$.

Результаты измерения размера частиц оксида цинка представлены на рисунке 2.

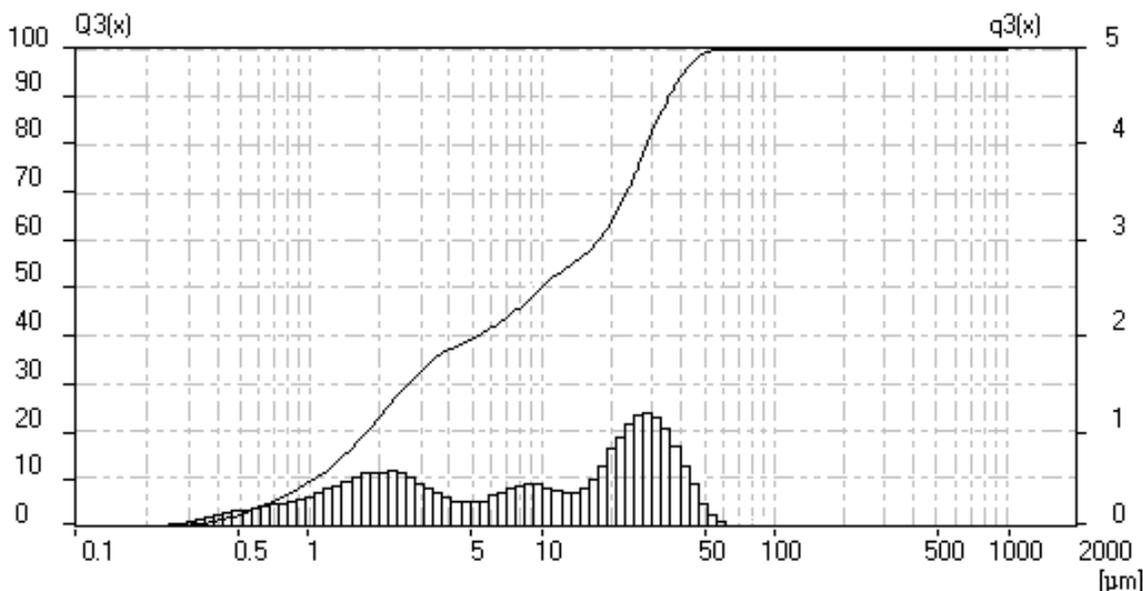


Рисунок 2. Распределение по размерам микрочастиц образца «Оксид цинка»

Установлено, что средний размер частиц оксида цинка составляет 14,88 мкм, арифметическое значение – 14,877 мкм, специфическая площадь поверхности – 20868,73 $см^2/см^3$.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Микромамор». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 3.

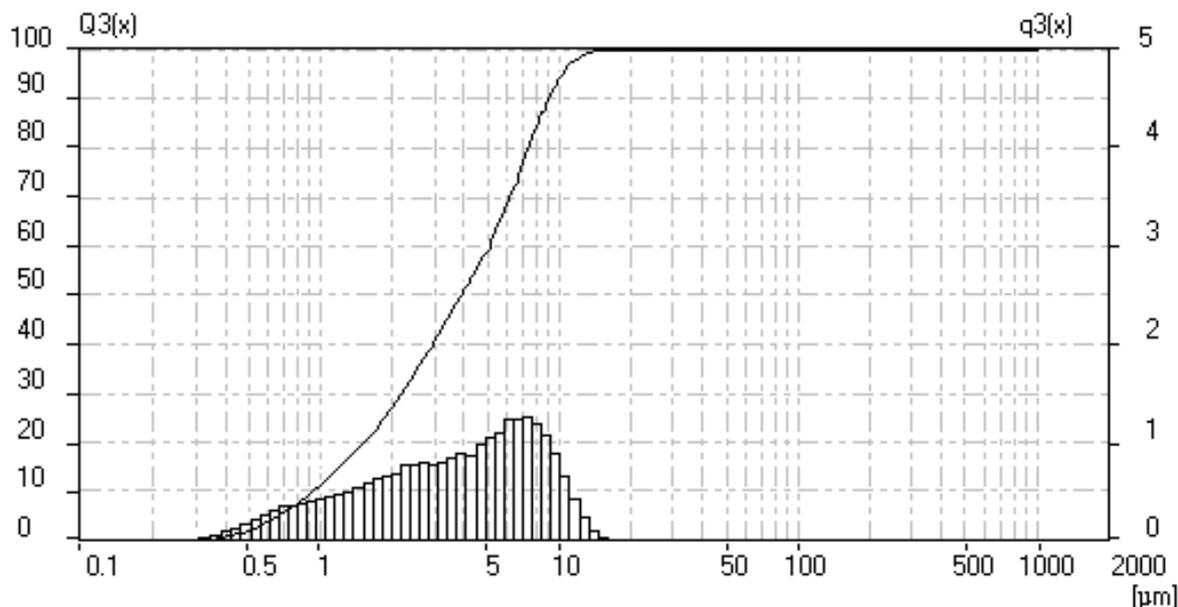


Рисунок 3. Распределение по размерам микрочастиц образца «Микрорамор»

Установлено, что средний размер частиц микрорамора составляет 4,53 мкм, арифметическое значение – 4,531 мкм, специфическая площадь поверхности – 26653,58 см²/см³.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Высокодисперсный перлит». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 4.

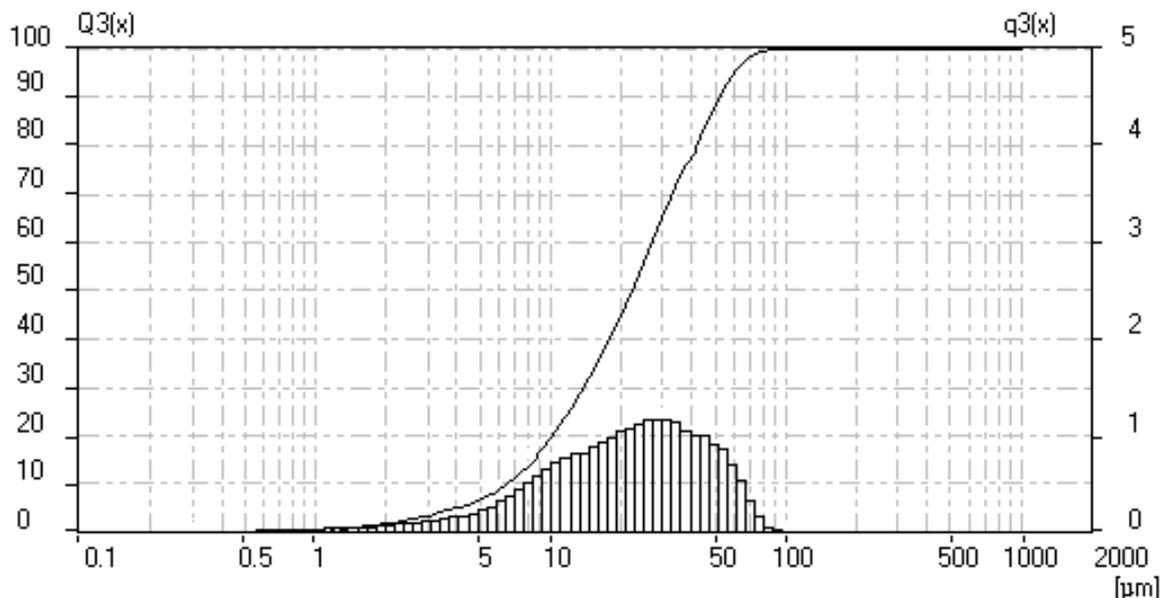


Рисунок 4. Распределение по размерам микрочастиц образца «Высокодисперсный перлит»

Установлено, что средний размер частиц высокодисперсного перлита составляет 26,06 мкм, арифметическое значение – 26,062 мкм, специфическая площадь поверхности – 4981,71 см²/см³.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Силика (белая сажа)». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 5

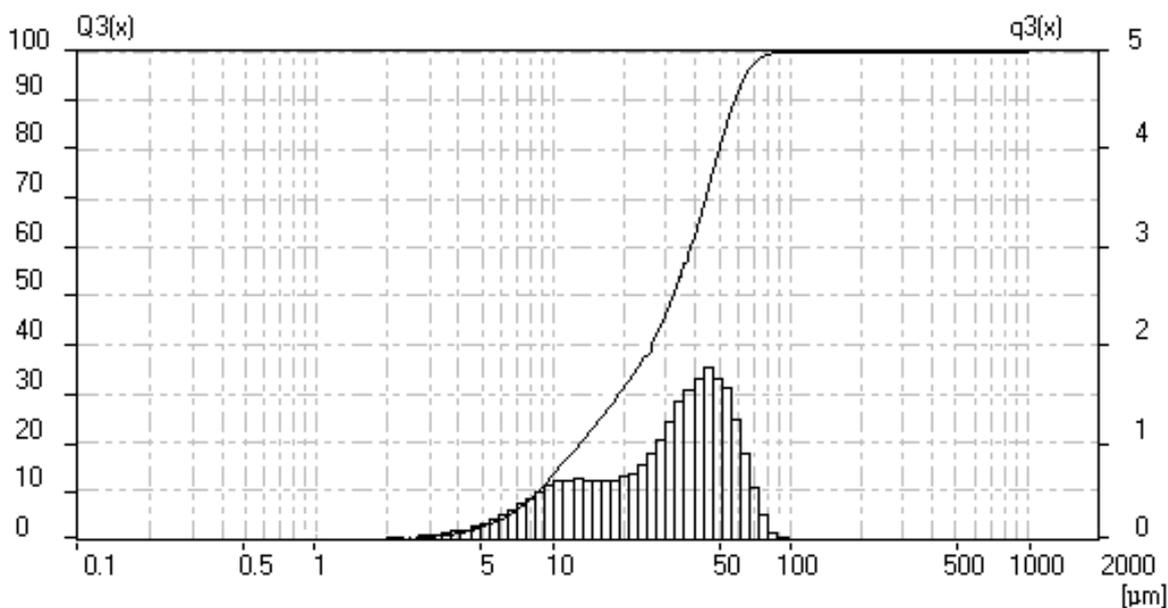


Рисунок 5. Распределение по размерам микрочастиц образца «Силика»

Установлено, что средний размер частиц образца «Силика» составляет 32,77 мкм, арифметическое значение – 32,767 мкм, специфическая площадь поверхности – 3155,32 см²/см³.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Пигментная

смесь». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 6.

Установлено, что средний размер частиц пигментной смеси составляет 15,53 мкм, арифметическое значение – 15,53 мкм, специфическая площадь поверхности – 17653,48 см²/см³.

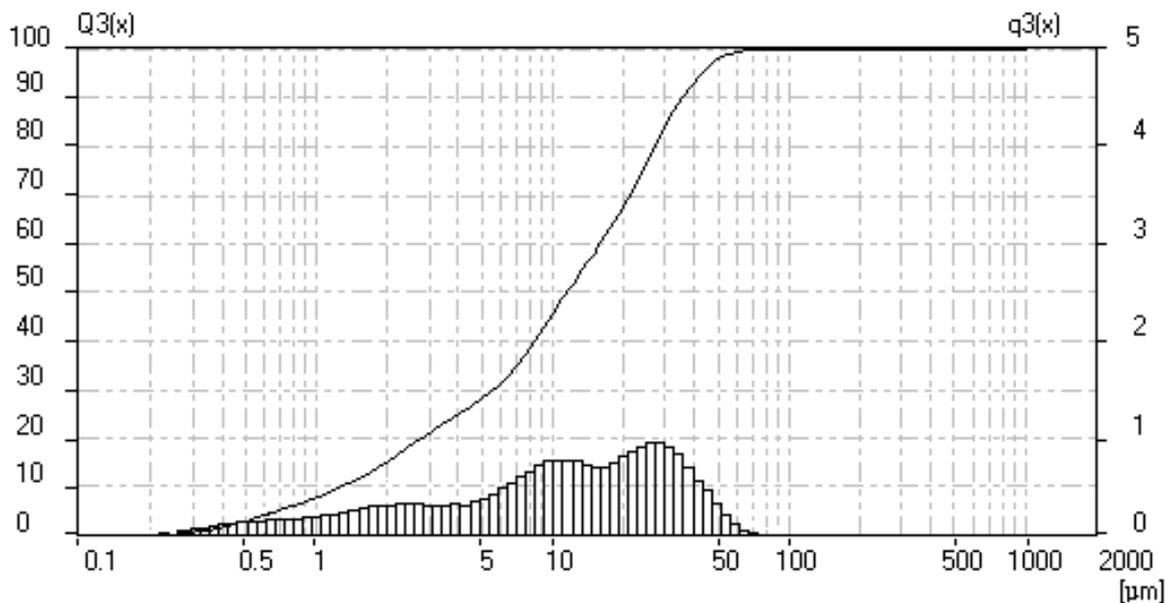


Рисунок 6. Распределение по размерам микрочастиц образца «Пигментная смесь».

В таблице 1 приведено обобщение полученных результатов распределения частиц по размерам исследованных материалов.

Определение скорости осаждения (седиментации) является методом измерения размера коллоидно-дисперсных частиц. Основываясь на том, что частицы разной массы осаждаются с различной скоростью, были проведены исследования изменения накопления осадка каждого из компонентов композиционного материала. В

результате проведенных экспериментальных исследований построены кривые осаждения каждого ингредиента композиционного материала защитно-декоративного назначения.

В качестве дисперсионной среды использовали коллоидные растворы нанокластеров аморфных гидросиликатов калия с одинаковой величиной силикатного модуля – 3,99, но с разной плотностью – 1,12 и 1,23 г/см³. Каждый из компонентов композиции (таблица 2) добавляли

в цилиндр и готовили суспензию, впоследствии определяли высоту столба осадка. Экспериментальные исследования проводили при комнатной температуре – 20 – 22°C. Вследствие оса-

ждения частиц со временем меняется высота столба осадка.

Таблица 1

Распределение частиц твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения по размерам

| Количество частиц от общего объема, % | Оксид железа (III), мкм | Оксид цинка, мкм | Микро-мрамор, мкм | Высокодисперсный перлит, мкм | Силика (белая сажа), мкм | Пигментная смесь, мкм |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| D10 (10% от общего объема) | 0,387 | 1,055 | 0,927 | 6,579 | 8,743 | 1,295 |
| D50 (50% от общего объема) | 1,775 | 9,885 | 3,908 | 22,222 | 32,382 | 11,474 |
| D90 (90% от общего объема) | 10,91 | 35,073 | 9,047 | 52,319 | 58,32 | 35,443 |

На первом этапе проведены исследования осаждения твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных

гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³. Используя полученные результаты, построены кривые осаждения частиц суспензии (рисунок 7).

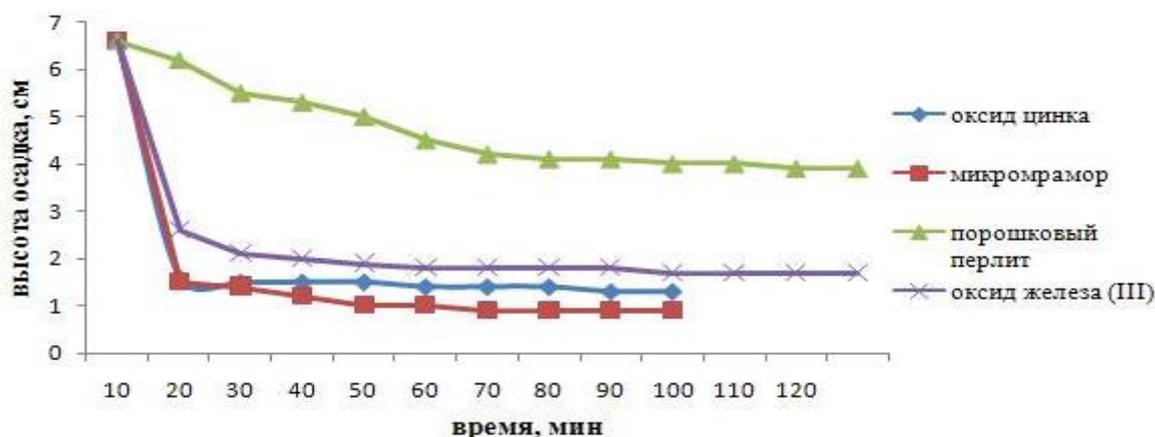


Рисунок 7. Кривые осаждения частиц композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³

В результате проведенных исследований осаждения компонентов разработанного композиционного материала в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³ выявлено, что первыми осаждаются частицы микро-мрамора. Установлено, что их частицы, как и частицы оксида цинка осаждаются медленнее по сравнению с микро-мрамором. Осаждение оксида железа (III) происходит с еще меньшей скоростью.

Вследствие того, что высокодисперсный перлит состоит из частиц размером 26,06 мкм и является высокопористым, наблюдали очень медленное осаждение его частиц.

Проведены исследования осаждения твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия с меньшей плотностью – 1,12 г/см³ (рисунок 8).

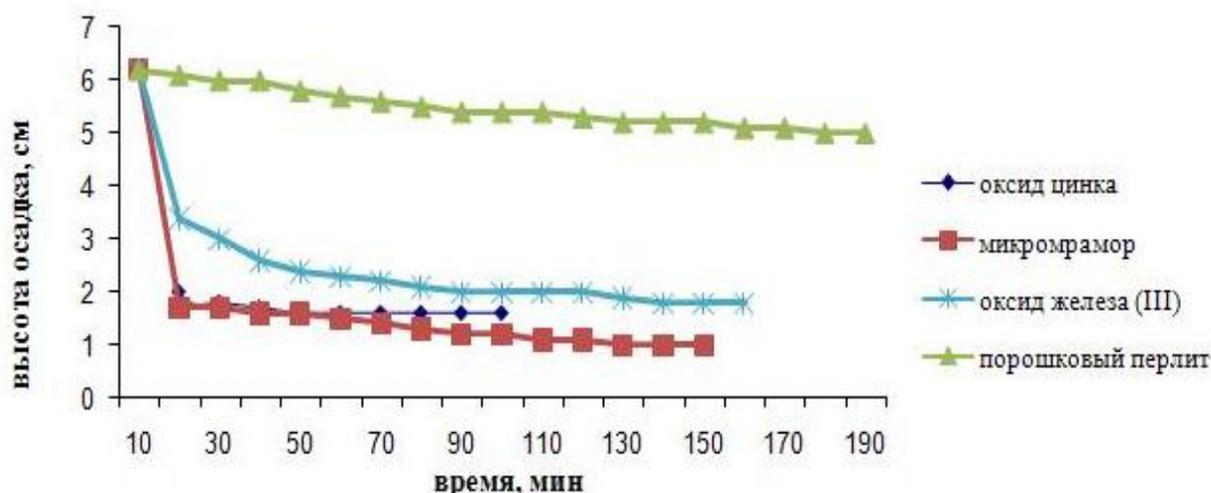


Рисунок 8. Кривые осаждения частиц композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$

Установлено, что с уменьшением плотности коллоидного раствора нанокластеров аморфных гидросиликатов калия увеличивается скорость осаждения твердофазовых компонентов. Осаждение частиц происходит аналогичным образом: первыми осаждаются частицы микрорамора и оксида цинка, затем частицы оксида железа (III) и, наконец, высокодисперсного перлита.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что средний размер частиц твердофазовых компонентов разработанного композиционного материала защитно-декоративного назначения колеблется от 4,44 до 32,77 мкм, средний размер частиц составляет 15,53 мкм, что соответствует требованиям к наполнителям композиционных материалов защитно-декоративного назначения.

Установлено, что с уменьшением плотности коллоидного раствора нанокластеров аморфных гидросиликатов калия увеличивается скорость осаждения твердофазовых компонентов, при этом первыми осаждаются частицы микрорамора и оксида цинка, затем частицы оксида железа (III) и, наконец, порошкового перлита.

**Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» по ГК № П305.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пигментирование лакокрасочных материалов: учебник [Текст] / Е.А. Индейкин, Л.Н. Лейбзон, И.А. Толмачев. – Л.: Химия, 1986. – 160 с.
2. Фролов Ю.Г. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник [Текст] / Ю.Г. Фролов. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 231 с.
3. Беленький Е.Ф. Химия и технология пигментов: учебник [Текст] / Е.Ф. Беленький, И.В. Рискин. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.
4. Везенцев А.И. Гидротермальный синтез нанодисперсных аморфных силикатов щелочных металлов [Текст] / А.И. Везенцев, О.И.Макридина // Нанотехнологии. – 2009. – №1(2). – С. 28 – 32
5. Волков В.А. Коллоидная химия [Текст] / В.А. Волков // М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. – 640 с.